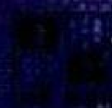
VŨ THỊ PHÁT MINH - CHÂU VĂN TẠO - NGUYỄN HOÀNG HƯNG - HOÀNG THỊ THU
(Khoa Vật lí - Trường Đại học Khoa học Tự nhiên)

Hướng dẫn

GIẢI BÀI TẬP VẬT LÍ 10

(CHƯƠNG TRÌNH NÂNG CAO)

(Tái bản lần thứ hai)



NHÀ XUẤT BẢN
ĐẠI HỌC QUỐC GIA HÀ NỘI

VŨ THỊ PHÁT MINH - CHÂU VĂN TẠO
NGUYỄN HOÀNG HƯNG - HOÀNG THỊ THU
Khoa Vật lí - Trường Đại học Khoa học Tự nhiên

HƯỚNG DẪN GIẢI BÀI TẬP

VẬT LÍ 10

(CHƯƠNG TRÌNH NÂNG CAO)

(Tái bản lần thứ ba)

NHÀ XUẤT BẢN ĐẠI HỌC QUỐC GIA HÀ NỘI

NHÀ XUẤT BẢN ĐẠI HỌC QUỐC GIA HÀ NỘI

16 Hàng Chuối - Hai Bà Trưng - Hà Nội

Điện thoại: (04) 39724852; (04) 39724770; Fax: (04) 39714899

Chịu trách nhiệm xuất bản :

Giám đốc : PHÙNG QUỐC BẢO

Tổng biên tập : PHẠM THỊ TRÂM

Biên tập : THANH HOA

Chế bản : TRẦN VĂN THẮNG

Trình bày bìa : QUỐC VIỆT

Đối tác liên kết xuất bản:

CÔNG TY SÁCH - TBGD ĐỨC TRÍ

SÁCH LIÊN KẾT

HƯỚNG DẪN GIẢI BÀI TẬP VẬT LÍ 10 (CHƯƠNG TRÌNH NÂNG CAO)

Mã số: 1L-139ĐH2009

In 3.000 cuốn, khổ 16 x 24 cm tại Công ty In Song Nguyên

Số xuất bản: 364-2009/CXB/21-56/ĐHQGHN, ngày 29/04/2009

Quyết định xuất bản số: 139 LK-TN/XB

In xong và nộp lưu chiểu quý III năm 2009.

LỜI NÓI ĐẦU

Cuốn sách này được biên soạn theo chương trình **Vật lí lớp 10 - Chương trình Nâng cao** của Bộ Giáo dục và Đào tạo áp dụng từ năm học 2006 – 2007. Mục tiêu của cuốn sách này là giúp cho các em học sinh nắm vững kiến thức các bài học trong sách giáo khoa Vật lí lớp 10, vận dụng kiến thức đó vào việc tìm hiểu, trả lời các câu hỏi và giải các bài tập đặt ra trong sách giáo khoa. Mặt khác, các tác giả cũng muốn cung cấp cho các vị phụ huynh và các thầy cô giáo tài liệu tham khảo để hướng dẫn cho con em và học sinh của mình trong quá trình học tập.

Để độc giả tiện theo dõi, chúng tôi trình bày nội dung theo bố cục phân bố bài học của sách giáo khoa ***Vật lí 10 - Chương trình Nâng cao***. Ngoài ra, chúng tôi còn đưa ra một số bài tập luyện tập để giúp các em học sinh rèn luyện kĩ năng giải bài tập vật lí cơ bản, kiểm tra lại kiến thức đã học được.

Mặc dù rất cố gắng, nhưng chắc chắn cuốn sách không tránh khỏi sai sót. Rất mong sự đóng góp ý kiến xây dựng của các em học sinh, quí vị phụ huynh và các thầy cô giáo.

CÁC TÁC GIẢ

PHẦN I – CƠ HỌC

CHƯƠNG I – ĐỘNG HỌC CHẤT ĐIỂM

Bài 1 – CHUYỂN ĐỘNG CƠ HỌC

A. HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI

Câu 1.1: Các câu nào dưới đây sai? Hãy giải thích tại sao?

a) Một vật là đứng yên nếu khoảng cách từ nó đến vật mốc luôn luôn có giá trị không đổi.

b) Mặt Trời mọc ở đằng Đông, lặn ở đằng Tây vì Trái Đất quay quanh trục Bắc – Nam từ Tây sang đông.

c) Khi xe đạp chạy trên đường thẳng, người trên đường thấy đầu van xe vẽ thành một đường tròn.

d) Đối với mũi kim đồng hồ thì trục của nó là đứng yên.

đ) Tọa độ của một điểm trên trục Ox là khoảng cách từ gốc O đến điểm đó.

e) Đồng hồ dùng để đo khoảng thời gian.

g) Giao thừa năm Bính Tuất là một thời điểm.

Trả lời

❖ **Các câu sai:**

a) Vì khi vật chuyển động tròn quanh vật mốc thì khoảng cách giữa nó với vật mốc vẫn không đổi, nhưng tọa độ của vật vẫn thay đổi nên vật vẫn chuyển động.

c) Khi xe đạp chạy trên đường thẳng, người trên đường thấy đầu van xe vẽ thành một đường phức tạp không phải là đường tròn.

e) Đồng hồ dùng để chỉ giờ tức là xác định thời điểm.

Câu 1.2: Tọa độ của một điểm có phụ thuộc vào gốc O được chọn không?

Trả lời

Tọa độ của một điểm phụ thuộc vào gốc O được chọn. Tùy theo cách chọn gốc tọa độ khác nhau mà tọa độ của điểm cần xét khác nhau.

Câu 1.3: Ngày 7 tháng 5 năm 1954 Chiến thắng Điện Biên Phủ có phải là một thời điểm không?

Trả lời

Đó là một thời điểm lịch sử.

Câu 1.4: Một vài kỉ lục thế giới như bảng 1.1 sau:

Bảng 1.1

Chạy	Giới tính	Thời gian	Năm
100 m	Nam	9,78 s	2002
400 m	Nam	43,18 s	1999
	Nữ	47,65 s	1995
1500 m	Nam	3 min 32,07 s	2000
	Nữ	3min 50,48s	1993

Đi bộ 20 km	Nam Nữ	1h17min22s 1h 23min 50 s	2001 2001

Hỏi các kỉ lục trên được đo như thế nào?

Trả lời

Kỉ lục trên được đo là hiệu của thời điểm đến đích với thời điểm xuất phát.

Câu 1.5: Một đu quay đang quay. Hỏi bộ phận nào của đu chuyển động tịnh tiến, bộ phận nào quay?

Trả lời

- Bộ phận khoang ghế chuyển động tịnh tiến.
- Các thanh nối của đu quay chuyển động quay quanh trục quay.

B. HƯỚNG DẪN GIẢI BÀI TẬP

Bài 1.1: Dựa vào **Bảng giờ tàu Thống Nhất Bắc Nam S1** trong bài, hãy xác định thời gian tàu chạy từ ga Hà Nội đến ga Sài Gòn.

Hướng dẫn giải

Dựa vào **Bảng giờ tàu Thống Nhất Bắc Nam S1** trong bài, giả sử bạn là hành khách mua vé tàu đi từ ga Hà Nội đến ga Sài Gòn, khởi hành vào ngày 01/01/2006, ta có bảng số liệu 1.2:

Bảng 1.2

Ga	*Giờ tàu đến*	*Giờ tàu chạy*	*Ngày*
Hà Nội		19h 00 min	01/01/2006
Vinh	0h 34 min	0h 42 min	02/01/2006
Huế	7h 50 min	7h 58 min	02/01/2006
Đà Nẵng	10h 32 min	10h 47 min	02/01/2006
Nha Trang	19h 55 min	20h 03 min	02/01/2006
Sài Gòn	4h 00 min		03/01/2006

Khoảng thời gian tàu chạy từ ga Hà Nội đến ga Sài Gòn là từ 19h 00 min ngày 01/01/2006 đến 4h 00 min ngày 03/01/2006:

- Từ 19h 00 min ngày 01/01/2006 đến 24h 00 min ngày 01/01/2006: 5 giờ
- Từ 0h 00 min ngày 02/01/2006 đến 24h 00 min ngày 02/01/2006: 24 giờ
- Từ 0h 00 min ngày 03/01/2006 đến 4h 00 min ngày 01/01/2006: 4 giờ

Vậy thời gian tàu chạy từ ga Hà Nội đến ga Sài Gòn là:

$$t = 5 \text{ giờ} + 24 \text{ giờ} + 4 \text{ giờ} = 33 \text{ giờ}$$

Đáp số: 33 giờ

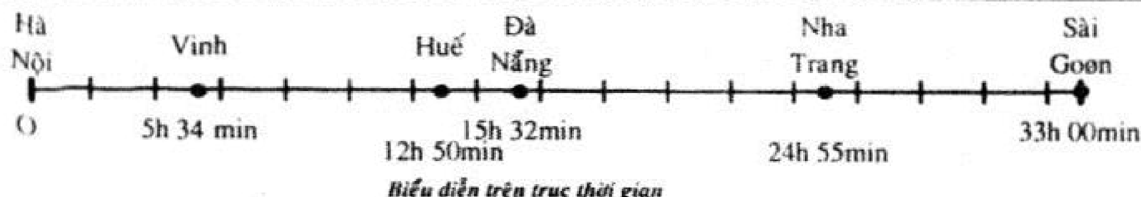
Bài 1.2: Dựa vào **Bảng giờ tàu Thống Nhất Bắc Nam S1** hãy xác định thời gian tàu chạy từ ga Hà Nội đến từng ga trên đường đi. Biểu diễn trên trục thời gian các kết quả tìm được. Lấy gốc O là lúc tàu xuất phát từ ga Hà Nội và cho tương ứng 1cm với 2 giờ.

Hướng dẫn giải

Dựa vào **Bảng giờ tàu Thống Nhất Bắc Nam S1** trong bài, giả sử bạn là hành khách mua vé tàu đi từ ga Hà Nội đến ga Sài Gòn, khởi hành vào ngày 01/01/2006, ta có bảng số liệu 1.3 sau:

Bảng 1.3

Ga	*Giờ tàu đến*	*Giờ tàu chạy*	*Ngày*	*Thời gian tàu chạy*
Hà Nội		19h 00 min	01/01/2006	
Vinh	0h 34 min	0h 42 min	02/01/2006	5h 34 min
Huế	7h 50 min	7h 58 min	02/01/2006	12h 50 min
Đà Nẵng	10h 32 min	10h 47 min	02/01/2006	15h 32 min
Nha Trang	19h 55 min	20h 03 min	02/01/2006	24h 55 min
Sài Gòn	4h 00 min		03/01/2006	33h 00 min



Biểu diễn trên trục thời gian

Bài 1.3: Chuyến bay của hãng Hàng không Việt Nam từ Pa-ri (Cộng hoà Pháp) khởi hành vào lúc 19h30 giờ Hà Nội ngày hôm trước, đến Pa-ri lúc 6h30 sáng hôm sau theo giờ địa phương. Biết giờ Pa-ri chậm hơn giờ Hà Nội 6h, hỏi lúc máy bay đến Pa-ri là mấy giờ theo giờ Hà Nội? Thời gian bay là bao nhiêu?

Hướng dẫn giải

- Theo đề bài ta có:
  - Thời gian khởi hành là 19h30 giờ Hà Nội ngày 01/01/2006.
  - Thời gian đến là 6h30 giờ Pa-ri ngày 02/01/2006.

  Giờ Pa-ri chậm hơn giờ Hà Nội 6h nên thời gian máy bay đến Pa-ri theo giờ Hà Nội là: 6h30 + 6h = 12h30

  Vậy thời gian máy bay đến Pa-ri theo giờ Hà Nội là 12h30 ngày hôm sau (ngày 02/01/2006).
- Khoảng thời gian bay từ Hà Nội đến Pa-ri theo giờ Hà Nội là từ 19h30 ngày 01/01/2006 đến 12h30 ngày 02/02/2006: 17h00

Đáp số: 12h30 ngày hôm sau; 17h00

Bài 1.4: Hãy so sánh kích thước của Trái Đất và bán kính quĩ đạo của nó. Biết $R_{TĐ} = 6400$ km; $R_{QĐ} = 150\,000\,000$ km.

Hướng dẫn giải

Ta có: $\frac{R_{TĐ}}{R_{QĐ}} = \frac{6400}{150\,000\,000} \approx 4{,}27.10^{-5}$

Vậy so với quĩ đạo chuyển động của nó thì Trái Đất được coi như một chất điểm.

C. BÀI TẬP LUYỆN TẬP

Bài 1.5: Trong các cách chọn hệ trục tọa độ và mốc thời gian dưới đây, cách nào thích hợp nhất để xác định vị trí của một máy bay đang bay trên đường dài?

A. Khoảng cách đến ba sân bay lớn; t = 0 lúc máy bay cất cánh.

B. Khoảng cách đến ba sân bay lớn; t = 0 là không giờ quốc tế.

C. Kinh độ, vĩ độ địa lí và độ cao của máy bay; t = 0 lúc máy bay cất cánh.

D. Kinh độ, vĩ độ địa lí và độ cao của máy bay; t = 0 là lúc 0h giờ quốc tế.

Đáp án: C

Bài 1.6: Để xác định vị trí của một tàu biển giữa đại dương, người ta dùng những tọa độ nào?

Hướng dẫn trả lời

Dùng kinh độ và vĩ độ địa lí.

Bài 1.7: Một ô tô khởi hành từ TP Hồ Chí Minh đi Đà Lạt lúc 5 h sáng và đến Đà Lạt lúc 11 h30 sáng. Chọn mốc thời gian là lúc khởi hành. Xác định:

a. Thời điểm mà ô tô tới Đà Lạt theo mốc thời gian trên.

b. Thời gian ô tô đi trên đoạn đường TP Hồ Chí Minh – Đà Lạt như thế nào so với thời điểm mà ô tô tới Đà Lạt theo mốc thời gian trên.

Giải

a. Thời điểm mà ô tô tới Đà Lạt là: t_n = 11 h 30 – 5 h = 6 h30

b. Thời gian ô tô đi trên đoạn đường TP Hồ Chí Minh – Đà Lạt là:

t = 11 h 30 – 5 h = 6 h30

Vậy thời gian ô tô đi trên đoạn đường TP Hồ Chí Minh - Đà Lạt trùng với thời điểm mà ô tô tới Đà Lạt.

Đáp số: a) t_n = 6h30; b) t = 6h30

Bài 2 – VẬN TỐC TRONG CHUYỂN ĐỘNG THẲNG CHUYỂN ĐỘNG THẲNG ĐỀU

A. HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI

Câu 2.1: Hãy nêu các đặc điểm của vectơ độ dời. Nếu chọn trục Ox trùng với quĩ đạo thẳng của chất điểm thì giá trị đại số của véc tơ độ dời được xác định như thế nào?

Trả lời

- Độ dời là một véc tơ nối vị trí đầu và vị trí cuối của chất điểm.
- Trong chuyển động thẳng véc tơ độ dời nằm trên mặt phẳng quĩ đạo.
- Nếu chọn trục Ox trùng với quĩ đạo thẳng của chất điểm thì giá trị đại số của véc tơ độ dời được xác định:

Độ dời = độ biến thiên tọa độ = tọa độ lúc cuối – tọa độ lúc đầu

$$\Delta x = x_2 - x_1$$

x_1 = tọa độ của chất điểm ở vị trí M_1 trên trục Ox ở thời điểm t_1.

x_2 = tọa độ của chất điểm ở vị trí M_2 trên trục Ox ở thời điểm t_2.

$$\Delta t = t_2 - t_1$$

Δt = thời gian chất điểm chuyển động từ vị trí M_1 đến vị trí M_2.

- Δx = độ dời là một giá trị đại số, có thể dương, âm hay bằng không.

+ Nếu $\Delta x > 0$, chiều từ M_1 đến M_2 trùng với chiều dương của trục Ox.

+ Nếu $\Delta x < 0$, chiều từ M_1 đến M_2 ngược với chiều dương của trục Ox.

- Nếu chất điểm chỉ chuyển động theo chiều dương của trục tọa độ thì độ dời bằng đúng quãng đường đi được $s = \Delta x = x_2 - x_1$
- Các trường hợp khác: $s \neq \Delta x$

Câu 2.2: Trong chuyển động thẳng, véc tơ vận tốc tức thời có phương và chiều như thế nào?

Trả lời

Trong chuyển động thẳng, véc tơ vận tốc tức thời cùng phương và chiều với chuyển động.

Câu 2.3: Thế nào là chuyển động thẳng đều? Vận tốc trung bình và vận tốc tức thời trong chuyển động thẳng đều có đặc điểm gì?

Trả lời

- Định nghĩa
  Chuyển động thẳng đều là chuyển động trên một quĩ đạo thẳng mà chất điểm thực hiện những độ dời bằng nhau trong những khoảng thời gian như nhau bất kì.
- Vận tốc trung bình và vận tốc tức thời trong chuyển động thẳng đều bằng nhau và là hằng số. $v = v_{TB}$ = hằng số = const

Câu 2.4: Viết phương trình chuyển động thẳng đều của một chất điểm, nói rõ các đại lượng ghi trong phương trình.

Trả lời

$$x = x_0 + vt$$

x_0 = tọa độ của chất điểm ở thời điểm ban đầu $t_0 = 0$.

x = tọa độ của chất điểm ở thời điểm t.

v = vận tốc của chuyển động thẳng đều.

Câu 2.5: Một đại lượng véc tơ được xác định bởi các yếu tố nào?

Trả lời

Một đại lượng véc tơ được xác định bởi các yếu tố: điểm đặt, phương, chiều và độ lớn.

Câu 2.6: Giá trị đại số của độ dời Δx có nói lên đầy đủ các yếu tố của véc tơ độ dời không?

Trả lời

Véc tơ độ dời được xác định bởi phương, chiều và độ lớn của nó. Vậy giá trị đại số của độ dời Δx chưa nói lên đầy đủ yếu tố của véc tơ độ dời.

Câu 2.7: Độ dời của chất điểm quan hệ như thế nào với quãng đường đi được của nó?

Trả lời

- Trường hợp chất điểm chuyển động thẳng chỉ theo chiều dương của trục tọa độ chọn trùng với quĩ đạo chuyển động thì độ dời bằng đúng quãng đường di chuyển của nó.
- Ngoài ra, trong tất cả các trường hợp còn lại độ dời có giá trị khác với quãng đường hoặc có thể có giá trị âm.

Câu 2.8: Khẩu hiệu trong các cuộc thi điền kinh là cao hơn, nhanh hơn, xa hơn, tất cả đều liên quan đến đại lượng nào trong vật lí?

Trả lời

Khẩu hiệu trên tất cả đều liên hệ với đại lượng vật lí là quãng đường di chuyển của các vận động viên.

Câu 2.9: Có thể suy ra quãng đường đi được của chất điểm nhờ đồ thị vận tốc theo thời gian được không ?

Trả lời

Có thể suy ra quãng đường đi được của chất điểm nhờ đồ thị vận tốc theo thời gian. Đó là phần diện tích giới hạn giữa đường vận tốc v(t) với một cạnh là v và một cạnh là t.

B. HƯỚNG DẪN GIẢI BÀI TẬP SGK

Bài 2.1: Chọn câu **sai**. Giải thích tại sao.

A. Độ dời là một véc tơ nối vị trí đầu và vị trí cuối của chất điểm chuyển động.

B. Độ dời có độ lớn bằng quãng đường đi được của chất điểm.

C. Chất điểm đi trên một đường thẳng rồi quay về vị trí ban đầu thì có độ dời bằng không.

D. Độ dời có thể dương hoặc là âm.

Hướng dẫn giải

Nếu chất điểm chuyển động trên đường thẳng và theo chiều dương của trục tọa độ thì độ dời bằng đúng quãng đường đi được

$$s = \Delta x = x_2 - x_1$$

Các trường hợp khác: $s \neq \Delta x \Rightarrow$ Câu sai B

Đáp án: B

Bài 2.2: Câu nào sau đây là đúng?

A. Độ lớn của vận tốc trung bình bằng tốc độ trung bình.

B. Độ lớn của vận tốc tức thời bằng tốc độ tức thời.

C. Khi chất điểm chuyển động thẳng chỉ theo một chiều thì bao giờ vận tốc trung bình cũng bằng tốc độ trung bình.

D. Vận tốc tức thời cho ta biết chiều chuyển động, do đó bao giờ cũng có giá trị dương.

Hướng dẫn giải

Đáp án: B

Bài 2.3: Chọn câu **sai**

A. Đồ thị vận tốc theo thời gian của chuyển động thẳng đều là một đường song song với trục hoành Ot.

B. Trong chuyển động thẳng đều, đồ thị theo thời gian của tọa độ và của vận tốc đều là những đường thẳng.

C. Đồ thị tọa độ theo thời gian của chuyển động thẳng bao giờ cũng là đường thẳng.

D. Đồ thị tọa độ theo thời gian của chuyển động thẳng đều là một đường thẳng xiên góc.

Hướng dẫn giải

Đáp án: C

Bài 2.4: Một người đi bộ trên một đường thẳng. Cứ đi được 10 m thì người đó lại nhìn đồng hồ đo khoảng thời gian đã đi. Kết quả đo được ghi trong bảng dưới đây:

Δx(m)	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Δt (s)	8	8	10	10	12	12	12	14	14	14

a. Tính vận tốc trung bình cho mỗi đoạn đường 10 m.

b. Vận tốc trung bình cho cả quãng đường bằng bao nhiêu? So sánh với giá trị trung bình của các vận tốc trung bình trên mỗi đoạn đường 10 m.

Hướng dẫn giải

a. Vận tốc trung bình cho mỗi đoạn đường 10 m:

- Hai đoạn đầu: $v_1 = v_2 = \dfrac{10}{8} = 1,25$ m/s
- Hai đoạn tiếp theo: $v_3 = v_4 = \dfrac{10}{10} = 1$ m/s
- Ba đoạn tiếp theo: $v_5 = v_6 = v_7 = \dfrac{10}{12} = \dfrac{5}{6}$ m/s $\approx 0,83$ m/s
- Ba đoạn cuối: $v_8 = v_9 = v_{10} = \dfrac{10}{14} = \dfrac{5}{7}$ m/s $\approx 0,71$ m/s

b. Vận tốc trung bình cho cả quãng đường:

$$v_{TB} = \frac{s}{t} = \frac{s_1 + ... + s_{10}}{t_1 + ... + t_{10}} = \frac{10.10}{2.8 + 2.10 + 3.12 + 4.14} = \frac{25}{32} \approx 0,78 \text{ m/s}$$

Giá trị trung bình của các vận tốc trung bình trên mỗi đoạn đường 10 m:

$$\overline{v_{TB}} = \frac{v_1 + v_2 + ... + v_{10}}{10} = \frac{1,25 + 1,25 + ... + \frac{5}{7}}{10} \approx 0,93 \text{ m/s} \Rightarrow v_{TB} < \overline{v_{TB}}$$

Đáp số: ***a)*** $v_1 = v_2 = 1,25$ ***m/s;*** $v_3 = v_4 = 1$ ***m/s;*** $v_5 = v_6 = v_7 = \dfrac{5}{6}$ ***m/s*** $\approx 0,83$ ***m/s***

$v_8 = v_9 = v_{10} \approx 0,71$ ***m/s; b)*** $v_{TB} = 0,78$ ***m/s;*** $\overline{v_{TB}} = 0,93$ ***m/s***

Bài 2.5: Hai người đi bộ cùng chiều trên một đường thẳng. Người thứ nhất đi với vận tốc không đổi bằng 0,9 m/s. Người thứ hai đi với vận tốc không đổi bằng 1,9 m/s. Biết hai người cùng xuất phát tại cùng một vị trí.

a) Nếu người thứ hai đi không nghỉ thì sau bao lâu sẽ đến địa điểm cách nơi xuất phát 780 m.

b) Người thứ hai đi được một đoạn thì dừng lại, sau 5,50 phút thì người thứ nhất đến. Hỏi vị trí đó cách nơi xuất phát bao xa?

Hướng dẫn giải

a) Chọn gốc tọa độ ở vị trí xuất phát; Gốc thời gian là lúc xuất phát của người thứ hai. Thời gian người thứ hai đi quãng đường $s_1 = 780$ m là:

$$t_1 = \frac{s_1}{v_2} = \frac{780}{1,9} = 410\frac{10}{19}\text{ s} = 6 \text{ phút } 50 \text{ s}$$

b) 5,50 phút = 330 s

Gọi t_2; x_2 là thời gian và tọa độ người thứ hai đi từ lúc xuất phát tới lúc dừng lại. Ta có phương trình chuyển động của hai người là:

$$x_2 = v_2t_2 = 1,9t_2$$

$$x_1 = v_1(t_2 + 330) = 0,9t_2 + 297$$

Theo đề: $x_1 = x_2 \Rightarrow 0,9t_2 + 297 = 1,9t_2 \Rightarrow t_2 = 297$ s

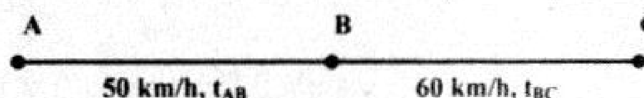
Vị trí hai người gặp nhau cách nơi xuất phát là:

$$x = x_1 = x_2 = 1,9 . 297 = 564,3 \text{ m}$$

Đáp số: a) t_1 = 6 phút50 s; b)x = 564,3 m

Bài 2.6: Một ô tô chạy trên đường thẳng. Trên nửa đầu của đường đi, ôtô chuyển động với vận tốc không đổi 50 km/h. Trên nửa quãng đường sau, xe chạy với vận tốc không đổi 60 km/h. Tính vận tốc trung bình của ôtô trên cả quãng đường.

Hướng dẫn giải



Hình 2.3

Từ hình 2.3 ta có: AC = AB + BC

$$t_{AC} = t_{AB} + t_{BC}$$

Theo đề bài ta có:

Vận tốc trung bình trên đoạn đường AB:

$$v_{AB} = \frac{AB}{t_{AB}} = 50 \text{ km/h} \Rightarrow t_{AB} = \frac{AB}{50}$$

Vận tốc trung bình trên đoạn đường BC:

$$v_{BC} = \frac{BC}{t_{BC}} = 60 \text{ km/h} \Rightarrow t_{BC} = \frac{BC}{60}$$

Vận tốc trung bình của ôtô trên toàn bộ quãng đường AC là :

$$v_{TB} = = \frac{AC}{t_{AC}} = \frac{AB + BC}{t_{BC} + t_{BC}} = \frac{AB + BC}{\frac{AB}{50} + \frac{BC}{60}}$$

mà AB = BC, nên: $v_{TB} = \dfrac{AB + AB}{\frac{AB}{50} + \frac{AB}{60}} = \dfrac{1 + 1}{\frac{1}{50} + \frac{1}{60}} \approx 54,55$ km/h

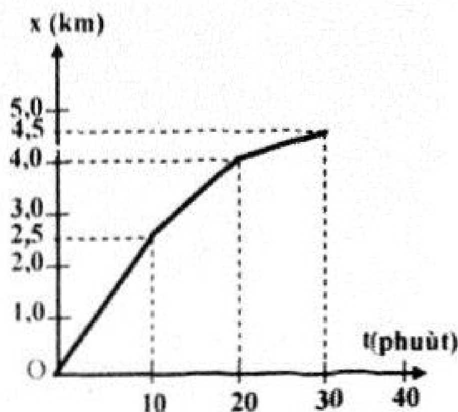
Đáp số: v_{TB} = 54,55 km/h

Bài 2.7: Đồ thị tọa độ theo thời gian của một người chạy trên một đường thẳng được biểu diễn trên hình 2.4. Hãy tính độ dời và vận tốc trung bình của người đó:

a) Trong khoảng thời gian 10 phút đầu tiên.

b) Trong khoảng thời gian từ t_1 = 10 phút đến t_2 = 30 phút.

c) Trong cả quãng đường chạy dài 4,5 km.



Hình 2.4

Hướng dẫn giải

a) Độ dời của người đó trong khoảng thời gian 10 phút đầu tiên:

$$\Delta x_1 = x_1 - x_0 = 2,5 - 0 = 2,5 \text{ km}$$

Vận tốc trung bình của người đó trong khoảng thời gian 10 phút = $\frac{1}{6}$h đầu tiên: $v_1 = \frac{x_1 - x_0}{t_1 - t_0} = \frac{2,5-0}{\frac{1}{6}-0} = 15$ km/h

b) Độ dời của người đó trong khoảng thời gian từ $t_1 = 10$ phút đến $t_2 = 30$ phút: $\Delta x_2 = x_2 - x_1 = 4,5 - 2,5 = 2$ km

Vận tốc trung bình của người đó trong khoảng thời gian từ $t_1 = 10$ phút = $\frac{1}{6}$h đến $t_2 = 30$ phút = $\frac{1}{2}$h: $v_2 = \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1} = \frac{4,5-2,5}{\frac{1}{2}-\frac{1}{6}} = 6$ km/h

c) Độ dời của người đó trong cả quãng đường chạy dài 4,5 km:

$$\Delta x = x_2 - x_0 = 4,5 - 0 = 4,5 \text{ km}$$

Vận tốc trung bình của người đó trong cả quãng đường chạy dài 4,5 km:

$$v = \frac{s}{t} = \frac{4,5}{0,5} = 9 \text{ km/h}$$

Đáp số: a) $\Delta x_1 = 2,5$ km; $v_1 = 15$ km/h

b) $\Delta x_2 = 2$ km; $v_2 = 6$ km/h; c) $\Delta x = 4,5$ km; $v = 9$ km/h

Bài 2.8: Hai xe cùng khởi hành một lúc từ hai điểm A và B cách nhau 120 km, chuyển động ngược chiều nhau. Vận tốc của xe đi từ A là 40 km/h, của xe đi từ B là 20 km/h. Coi chuyển động của các xe như chuyển động của các chất điểm trên đường thẳng.

a. Viết phương trình chuyển động của từng xe, từ đó tìm thời điểm và vị trí hai xe gặp nhau.

b. Giải bài toán trên bằng đồ thị.

Hướng dẫn giải

a. Đặt A là gốc tọa độ, chiều dương là chiều chuyển động của xe A như hình 2.5 từ đó ta có vận tốc chuyển động của xe A là $v_A = 40$ km/h, và vận tốc chuyển động của xe B là $v_B = -20$ km/h (xuất hiện dấu "-" là do xe B chuyển động ngược chiều dương).

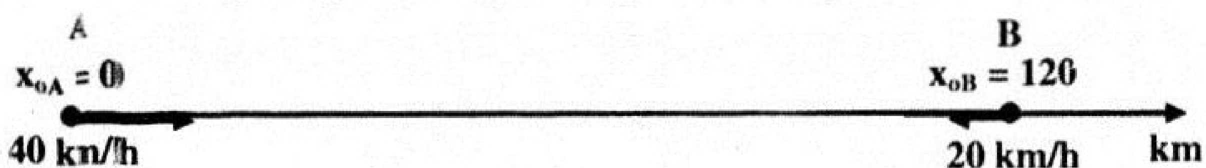
Gọi x_{oA} là tọa độ ban đầu của xe A, ta có $x_{oA} = 0$

Gọi x_{oB} là tọa độ ban đầu của xe B, ta có $x_{oB} = 120$ km

Gọi x_A là tọa độ của xe xuất phát từ A sau quãng thời gian t.

Gọi x_B là tọa độ của xe xuất phát từ B sau quãng thời gian t.

Ta có phương trình chuyển động của xe xuất phát từ A và B như sau:



Hình 2.5

$$x_A = x_{oA} + v_At = v_At = 40t \text{ (km; h)}$$
$$x_B = x_{oB} + v_Bt = 120 + v_Bt = 120 - 20t \text{ (km;h)}$$

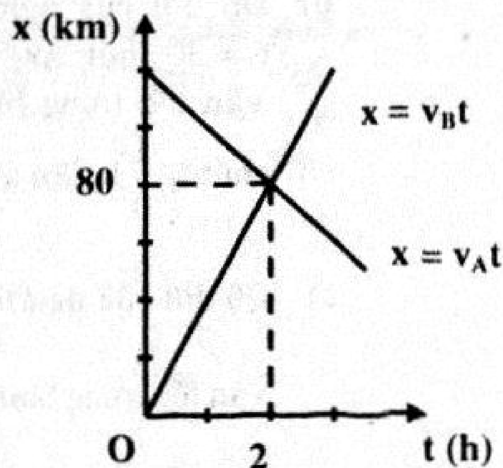
Khi hai xe gặp nhau, ta có:

$$x_A = x_B \Leftrightarrow v_At = 120 + v_Bt$$
$$\Leftrightarrow v_At - v_Bt = 120$$
$$\Leftrightarrow 40t - (-20)t = 120 \Leftrightarrow t = 2 \text{ (h)}$$

Vị trí mà hai xe gặp nhau là:

$$x_A = v_At = 40.2 = 80 \text{ (km)}$$

Vậy thời điểm hai xe gặp nhau là 2 h sau khi hai xe bắt đầu xuất phát và vị trí mà hai xe gặp nhau là cách A 80 km.



Hình 2.6

b. Từ hình 2.6 ta có trên hệ trục tOxvới trục hoành là thời gian, trục tung là khoảng cách, chọn chiều dương của tọa độ theo chiều chuyển động của A, ta vẽ đồ thị biểu diễn phương trình chuyển động của xe từ A và từ B như sau: $x_A = v_A.t = 40t$

$$x_B = v_B.t = 120 - 20t$$

Lưu ý là đồ thị biểu diễn chuyển động của xe xuất phát từ B hướng xuống dưới vì do xe xuất phát từ B chuyển động ngược chiều với xe từ A, nên chiều vận tốc chuyển động của hai xe là trái dấu nhau.

Nhìn vào đồ thị ta rút ra được hai xe sẽ gặp nhau tại vị trí cách A là 80 km và thời điểm là 2 h sau khi khởi hành.

Đáp số: 2 h, 80 km tính từ A

C. BÀI TẬP LUYỆN TẬP

Bài 2.9: Một ô tô chạy từ Hà Nội đi Hải Phòng cách 100 km hết 2 h. Vậy 50 km/h là tốc độ trung bình hay vận tốc trung bình?

Trả lời

Đó là tốc độ trung bình của ô tô.

Bài 2.10: Một ô tô chạy trên một đường thẳng lần lượt qua bốn điểm liên tiếp A, B, C, D cách đều nhau một khoảng 15 km. Xe đi đoạn AB hết 15 phút, đoạn BC hết 30 phút và đoạn CD hết 20 phút. Tính vận tốc trung bình của xe trên mỗi đoạn đường AB, BC, CD và trên cả quãng đường AD. Có thể biết chắc chắn sau 45 phút kể từ khi ở A xe ở vị trí nào không?

Tóm tắt

AB = BC = CD = 15 km

t_{AB} = 15 phút = 0,25h; t_{BC} = 30 phút = 0,5 h; t_{CD} = 20 phút = $\frac{1}{3}$ h

v_{AB} = ? v_{BC} =? v_{CD} =? v_{AD} =?

Hướng dẫn giải

Vận tốc trung bình của xe trên đoạn đường AB là:

$$v_{AB} = \frac{AB}{t_{AB}} = \frac{15}{0,25} = 60 \text{ km/h}$$

Vận tốc trung bình của xe trên đoạn đường BC là:

$$v_{BC} = \frac{BC}{t_{BC}} = \frac{15}{0,5} = 50 \text{ km/h}$$

Vận tốc trung bình của xe trên đoạn đường CD là:

$$v_{CD} = \frac{CD}{t_{CD}} = \frac{15}{\frac{1}{3}} = 45 \text{ km/h}$$

Vận tốc trung bình của xe trên đoạn đường AD là:

$$v_{AD} = \frac{3.AB}{t_{AB} + t_{BC} + t_{CD}} = \frac{3.15}{0,25 + 0,5 + \frac{1}{3}} = 41,54 \text{ km/h}$$

Đây là các giá trị trung bình nên không thể biết chắc chắn sau 45 phút kể từ khi ở A xe ở vị trí nào.

Đáp số: ***$v_{AB} = 60$ km/h; $v_{BC} = 50$ km/h; $v_{CD} = 45$ km/h; $v_{AD} = 41,54$ km/h***

Bài 2.11: Đồng hồ đo tốc độ của một ô tô đang chạy chỉ 80 km/h tại thời điểm t. Để kiểm tra đồng hồ xem có đúng không, anh tài xế giữ nguyên tốc độ và nhờ một hành khách trên xe quan sát các cột mốc bên đường. Người đó thấy trong thời gian 2phút 30 giây xe qua được hai cột mốc cách nhau 3 km. Hỏi số chỉ của đồng hồ đo vận tốc có chính xác không?

Tóm tắt

$$s = 3 \text{ km}; t = 2 \text{ phút } 30s = \frac{1}{24} h$$

Hướng dẫn giải

Vận tốc trung bình của xe là: $v_{TB} = \frac{s}{t} = \frac{3}{\frac{1}{24}} = 72 \text{ km/h} \neq 80 \text{ km/h}$

$\Rightarrow$ **Số chỉ của đồng hồ đo vận tốc không chính xác.**

Bài 2.12: Một người đi xe đạp khởi hành từ thành phố A với vận tốc 4 m/s đi thành phố B. Cũng tại thời điểm đó, một xe ôtô khởi hành từ thành phố B đi thành phố A với vận tốc 36 km/h. Sau 1 giờ 20 phút hai xe gặp nhau tại địa điểm M. Chọn trục tọa độ Ox là đường thẳng nối AB, gốc O tại A, gốc thời gian là lúc hai xe bắt đầu chuyển động. Xác định:

a. Tọa độ của thành phố B.

b. Tọa độ địa điểm M.

c. Thời điểm xe ô tô tới thành phố A.

Tóm tắt

$$v_1 = 4 \text{ m/s} = 14,4 \text{ km/h} ; v_2 = 36 \text{ km/h}$$

$x_A = 0; t_0 = 0; t_M = 1\text{ h }20\text{ phút} = 1\frac{1}{3}\text{ h}$; $x_B = ?$ $x_M = ?$

Hướng dẫn giải

a. Khoảng cách giữa hai thành phố A và B là:

$$AB = (v_1 + v_2).t = (14,4 + 36).1\frac{1}{3} = 67,2\text{ km}$$

Tọa độ của thành phố B là: $x_B = x_A + AB = AB = 67,2$ km

b. Vị trí hai xe gặp nhau cách thành phố A là:

$$MA = v_1.t = 14,4.1\frac{1}{3} = 19,2\text{ km}$$

Tọa độ của địa điểm M là: $x_M = x_A + MA = MA = 19,2$ km

c. Thời gian xe ô tô đi từ B tới A là: $t_A = \frac{AB}{v_2} = 1\text{ h }52\text{ min}30\text{s}$

Đáp số: a.$x_B = 67,2$ km ; b. $x_M = 19,2$ km; c. $t_A = 1$ h 52min30s

Bài 2.13: Một ô tô tải xuất phát từ Hà Nội chuyển động thẳng đều về phía Hải Phòng với vận tốc 60 km/h. Khi đến Hải Dương cách Hà Nội 60 km thì xe dừng lại 1 giờ. Sau đó xe tiếp tục chuyển động về phía Hải Phòng với tốc độ 40 km/h. Con đường Hà Nội – Hải Phòng coi như thẳng và dài 100 km. Gốc tọa độ ở Hà Nội. Gốc thời gian lúc xe xuất phát ở Hà Nội.

a. Viết công thức tính đường đi và phương trình tọa độ – thời gian của ô tô trên hai quãng đường Hà Nội – Hải Dương và Hải Dương – Hải Phòng.

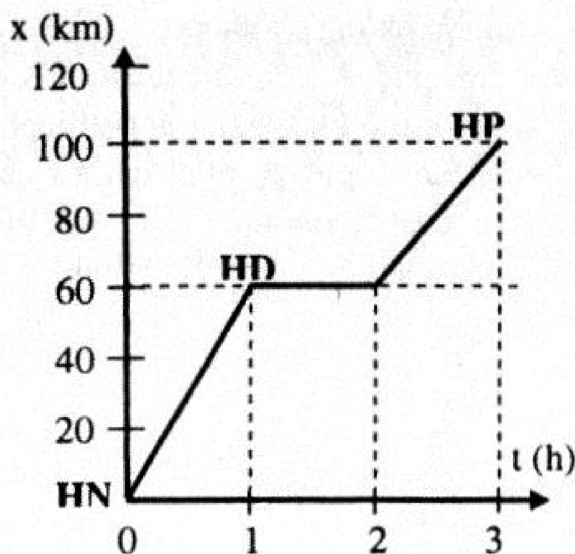
b. Vẽ đồ thị tọa độ – thời gian của xe trên cả hai con đường Hà Nội – Hải Phòng.

c. Dựa vào đồ thị xác định thời điểm xe đến Hải Phòng.

d. Kiểm tra kết quả của câu c) bằng phép tính.

Hướng dẫn giải

a. Gốc tọa độ ở Hà Nội, gốc thời gian lúc xe xuất phát ở Hà Nội, tức là: $t_{0HN} = t_0 = 0; x_{HN} = x_o = 0$



Hình 2.7

Thời gian ô tô đi từ Hà Nội tới Hải Dương là:

$$t_1 = \frac{s_1}{v_1} = \frac{60}{60} = 1\text{ h}$$

Quãng đường Hải Dương – Hải Phòng là:

$$s_2 = 100 - s_1 = 40\text{ km}$$

Thời gian ô tô đi từ Hải Dương tới Hải Phòng là: $t_2 = \frac{s_2}{v_2} = \frac{40}{40} = 1$ h

Công thức tính đường đi của ô tô trên quãng đường Hà Nội – Hải Dương là:

$$s_{HN\text{-}HD} = s_1 = v_1 t = 60t\text{ (km)}$$

với $0 \le t \le t_1 = 1$ h

Công thức tính đường đi ô tô trên quãng đường Hải Dương – Hải Phòng là:

$$s_{HD-HP} = s_2 = v_2[t - (t_1 + 1)] = 40\,(t - 2)\ (km)$$
$$\text{với } t_1 + 1 \le t \le t_1 + 1 + t_2$$
$$2h \le t \le 3\ h$$

Phương trình tọa độ – thời gian của ô tô trên quãng đường Hà Nội – Hải Dương là:

$$x_1 = x_0 + v_1t = 60t\ (km) \text{ với } 0 \le t \le t_1 = 1\ h$$

Phương trình tọa độ – thời gian của ô tô trên quãng đường Hải Dương –Hải Phòng là:

$$x_2 = x_1 + v_2[t - (t_1 + 1)] = 60 + 40\,(t - 2)\ (km)$$
$$\text{với } 2\ h \le t \le 3\ h$$

b. Vẽ đồ thị tọa độ – thời gian của xe trên cả hai con đường Hà Nội – Hải Phòng như hình 2.7.

c. Dựa vào đồ thị thời điểm xe đến Hải Phòng là: t = 3 h

d. Kiểm tra kết quả của câu c) bằng phép tính.

$$t = t_0 + t_1 + 1 + t_2 = 3\ h$$

***Đáp số:** a.* $s_1 = 60t$ *(km);* $x_1 = 60t$ *(km): với* $0 \le t \le t_1 = 1\ h$

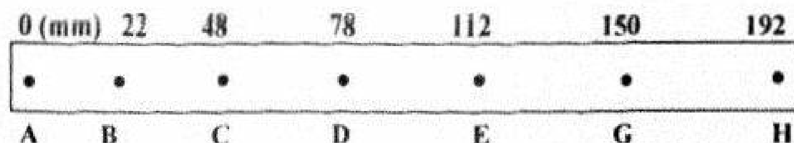
$s_2 = 40\,(t - 2)$ *(km);* $x_2 = 60 + 40\,(t - 2)$ *(km); với* $2 \le t \le 3\ h$

c. và d. $t = 3\ h$

Bài 3 – KHẢO SÁT THỰC NGHIỆM CHUYỂN ĐỘNG THẲNG

A. HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI

Câu 3.1: Trong thí nghiệm về chuyển động thẳng của một vật, người ta ghi được vị trí của vật sau những khoảng thời gian 0,02 s trên băng giấy như hình 3.1. Em hãy sử dụng các kết quả đó để xét xem chuyển động có phải là chuyển động nhanh dần không. Nếu đúng, hãy tính vận tốc trung bình của vật trong những khoảng thời gian 0,02 s.



Hình 3.1

Trả lời

Ta có trong cùng khoảng thời gian 0,02 s nhưng các quãng đường:

AB < BC < CD < DE < EG < GH ⇒ Chuyển động nhanh dần.

Vận tốc trung bình của vật trong những khoảng thời gian $\Delta t = 0{,}02$ s:

$$v_{AB} = \frac{AB}{\Delta t} = \frac{22 - 0}{0{,}02} = 1100\ mm/s = 1{,}1\ m/s$$

$$v_{BC} = \frac{BC}{\Delta t} = \frac{48-22}{0,02} = 1300 \text{ mm/s} = 1,3 \text{ m/s}$$

$$v_{CD} = \frac{CD}{\Delta t} = \frac{78-48}{0,02} = 1500 \text{ mm/s} = 1,5 \text{ m/s}$$

$$v_{DE} = \frac{DE}{\Delta t} = \frac{112-78}{0,02} = 1700 \text{ mm/s} = 1,7 \text{ m/s}$$

$$v_{EG} = \frac{EG}{\Delta t} = \frac{150-112}{0,02} = 1900 \text{ mm/s} = 1,9 \text{ m/s}$$

$$v_{GH} = \frac{GH}{\Delta t} = \frac{192-150}{0,02} = 2100 \text{ mm/s} = 2,1 \text{ m/s}$$

B. HƯỚNG DẪN GIẢI BÀI TẬP SGK

Bài 3.1: Một ô tô chạy trên đường thẳng, lần lượt đi qua bốn điểm liên tiếp A, B, C, D cách đều nhau một khoảng 12 km. Xe đi đoạn AB hết 20 min, đoạn BC hết 30 min, đoạn CD hết 20 min. Tính vận tốc trung bình của xe trên mỗi đoạn AB, BC, CD và trên cả quãng đường AD. Có thể biết chắc chắn sau 40 min kể từ khi ở A, xe ở vị trí nào không?

Giải

Tính vận tốc trung bình của xe trên mỗi đoạn AB, BC, CD và AD:

$$v_{AB} = \frac{AB}{t_{AB}} = \frac{12}{\frac{1}{3}} = 36 \text{ km/h}$$

$$v_{BC} = \frac{BC}{t_{BC}} = \frac{12}{\frac{1}{2}} = 24 \text{ km/h}$$

$$v_{CD} = \frac{CD}{t_{CD}} = \frac{12}{\frac{1}{3}} = 36 \text{ km/h}$$

$$v_{AD} = \frac{AD}{t_{AD}} = \frac{3.12}{\frac{7}{6}} = 30,86 \text{ km/h}$$

Vì đây là các giá trị trung bình nên *không thể* biết chắc chắn sau 40 min kể từ khi ở A, xe ở vị trí nào.

Đáp số: ***$v_{AB} = v_{CD} = 36$ km/h; $v_{BC} = 24$ km/h; $v_{AD} \approx 30,86$ km/h***

Bài 3.2: Tốc kế của một ô tô đang chạy chỉ 90 km/h tại thời điểm t. Để kiểm tra đồng hồ đó chạy có chính xác không, người lái xe giữ nguyên vận tốc, một hành khách trên xe nhìn đồng hồ và thấy xe đi qua hai cột số bên đường cách nhau 3 km trong khoảng thời gian 2 min 10 s. Hỏi số chỉ của tốc kế có đúng hay không.

Giải

Chuyển động của xe đi qua hai cột số bên đường cách nhau 3 km là chuyển động đều, vận tốc trong trường hợp đó bằng đúng vận tốc tức thời thực của xe. Ta có:

$$v = \frac{s}{t} = \frac{3000}{130} \approx 23,08 \text{ m/s} \approx 83,08 \text{ km/h} < 90 \text{ km/h}$$

Vậy số chỉ của tốc kế không đúng.

*Đáp số: v = **83,08 km/h; không đúng.***

Bài 4 – CHUYỂN ĐỘNG THẲNG BIẾN ĐỔI ĐỀU

A. HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI

Câu 4.1: Gia tốc của chuyển động thẳng biến đổi đều có đặc điểm gì?

Trả lời

a. Gia tốc của chuyển động thẳng biến đổi đều là một véc tơ hằng số, cùng phương với quĩ đạo chuyển động và có độ lớn là một hằng số.

b. Trong chuyển động thẳng nhanh dầu đều: $\vec{a}$ cùng phương chiều với $\vec{v}$.

c. Tức là: $a.v > 0$.

d. Trong chuyển động thẳng chậm dầu đều: $\vec{a}$ cùng phương, ngược chiều với $\vec{v}$.

Tức là: $a.v < 0$.

Câu 4.2: Viết công thức liên hệ giữa vận tốc và gia tốc trong chuyển động thẳng biến đổi đều. $v = v_o + a(t - t_o)$

Trong đó:

v = vận tốc ở thời điểm t

v_o = vận tốc ở thời điểm ban đầu t_o (thường chọn $t_0 = 0$). Khi đó:

$$v = v_o + at$$

Câu 4.3: Giải thích tại sao khi vận tốc và gia tốc cùng dấu thì chất điểm chuyển động nhanh dần lên, khi chúng ngược dấu nhau thì chất điểm chuyển động chậm dần.

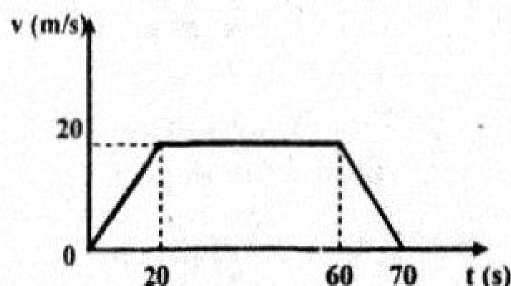
Từ công thức: $v = v_o + at$

Trong đó $t > 0$.

Nếu a và v_0 cùng dấu thì vận tốc ở các thời điểm sau có độ lớn $|v| > |v_0| \Rightarrow$ chuyển động nhanh dần lên.

Ngược lại, Nếu a và v_0 ngược dấu thì vận tốc ở các thời điểm sau có độ lớn $|v| < |v_0|$ $\Rightarrow$ chuyển động chậm dần.

Câu 4.4: Hãy mô tả chuyển động của một người đi xe máy dựa vào đồ thị vận tốc theo thời gian trên hình 4.1.



Hình 4.1

Hướng dẫn giải

Đồ thị cho thấy vận tốc của người đi xe máy cho thấy:

- Trong chặng đầu tiên xe máy chuyển động thẳng nhanh dần đều với gia tốc:

$$a_1 = \frac{v_1 - v_0}{t_1 - t_0} = \frac{20 - 0}{20 - 0} = 1 \text{ m/s}^2$$

Với vận tốc đầu $v_0 = 0$

- Trong chặng giữa xe máy chuyển động thẳng đều với vận tốc không đổi:

$$v_2 = v_1 = 20 \text{ m/s}$$

Gia tốc: $a_2 = \frac{v_2 - v_1}{t_2 - t_1} = 0$

- Trong chặng cuối xe máy chuyển động thẳng chậm dần đều và dừng lại với gia tốc: $a_3 = \frac{v_3 - v_2}{t_3 - t_2} = \frac{0 - 20}{70 - 60} = -2 \text{ m/s}^2$

Vận tốc đầu $v_{03} = v_2 = 20$ m/s

Đáp số: $a_1 = 1$ m/s^2; $a_2 = 0$; $v_2 = 20$ m/s; $a_3 = -2$ m/s^2; $v_{03} = 20$ m/s

B. HƯỚNG DẪN GIẢI BÀI TẬP SGK

Bài 4.1: Chọn câu **sai.**

Chất điểm chuyển động thẳng theo một chiều với gia tốc a = 4 m/s^2 có nghĩa là:

A. Lúc đầu vận tốc bằng 0 thì 1 s sau vận tốc của nó bằng 4 m/s.

B. Lúc đầu vận tốc bằng 2 m/s thì 1 s sau vận tốc của nó bằng 6 m/s.

C. Lúc đầu vận tốc bằng 2 m/s thì 2 s sau vận tốc của nó bằng 8 m/s.

D. Lúc đầu vận tốc bằng 4 m/s thì 2 s sau vận tốc của nó bằng 12 m/s.

Đáp án: C

Bài 4.2: Chọn câu **sai.**

Khi một chất điểm chuyển động thẳng biến đổi đều thì nó:

A. Có gia tốc không đổi.

B. Có gia tốc trung bình không đổi.

C. Chỉ có thể chuyển động nhanh dần hay chậm dần.

D. Có thể lúc đầu chuyển động chậm dần, sau đó chuyển động nhanh dần.

Đáp án: C

Bài 4.3: Vận tốc vũ trụ cấp I (7,9 km/s) là vận tốc nhỏ nhất để các con tàu vũ trụ có thể bay quanh Trái Đất. Hãy tính xem tên lửa phóng tàu vũ trụ phải có gia tốc bằng bao nhiêu để sau 160 s con tàu đạt được vận tốc trên ? Coi gia tốc của con tàu là không đổi.

Hướng dẫn giải

Đặt thời điểm bắt đầu phóng là t_1.

Thời điểm tàu vũ trụ đạt tốc độ 7,9 km/s là t_2, theo đề bài ta có:

$$t_2 - t_1 = 160 \text{ s}$$

Vận tốc tại thời điểm t_1 (lúc bắt đầu phóng), $v_1 = 0$.

Tại thời điểm t_2, vận tốc của tàu vũ trụ là v_2 = 7,9 km/s = 7.900 m/s

Gia tốc của tàu vũ trụ là:

$$\text{Gia tốc trung bình} = \frac{\text{độ biến thiên vận tốc}}{\text{khoảng thời gian biến thiên}}$$

$$\Leftrightarrow a = \frac{v_2 - v_1}{t_2 - t_1} = \frac{7.900 - 0}{160} = 49,375\ m/s^2$$

Vậy gia tốc của tàu vũ trụ là 49,375 m/s^2.

Đáp số: a = 49,375 m/s^2

Bài 4.4: Một chất điểm chuyển động trên trục Ox với gia tốc không đổi a = 4 m/s^2 và vận tốc ban đầu v_0 = - 10 m/s.

a) Sau bao lâu thì chất điểm dừng lại?

b) Tiếp sau đó chất điểm chuyển động như thế nào?

c) Vận tốc của nó lúc t = 5 s là bao nhiêu?

Giải

a) Áp dụng công thức: $v = v_0 + at$

Thời gian để vật dừng lại là khi v = 0

$$\Rightarrow t = -\frac{v_0}{a} = -\frac{-10}{4} = 2,5\ s$$

b) Tiếp sau đó chất điểm chuyển động nhanh dần đều với vận tốc đầu $v_0' = 0$, gia tốc a = 4 m/s^2 cùng phương, chiều với giai đoạn trước với phương trình: $v' = v_0' + a(t - t_0) = 4.(t - 2,5)$

c) Vận tốc của nó lúc t = 5 s là: $v' = 4 . (5 - 2,5) = 10$ m/s

Đáp số: a) t = 2,5 s; c) v'= 10 m/s

Bài 4.5: Một người đi xe đạp trên một đường thẳng. 5 s sau khi khởi hành vận tốc của người đó là 2 m/s, sau 5 s tiếp theo vận tốc là 4 m/s, sau 5 s tiếp theo vận tốc là 6 m/s.

a) Có thể kết luận chuyển động của người đó là nhanh dần đều được không? Tại sao?

b) Tính gia tốc trung bình trong mỗi khoảng thời gian 5 s và gia tốc trung bình trong cả khoảng thời gian từ lúc khởi hành.

Giải

a) Không thể kết luận chuyển động của người đó là nhanh dần đều vì sau những khoảng thời gian 5 s bằng nhau vận tốc của người đó tăng đều là 2 m/s nhưng đó chỉ là giá trị trung bình. Ta chưa thể xác định được giá trị tức thời của nó.

b) Gia tốc trung bình trong mỗi khoảng thời gian 5 s và gia tốc trung bình trong cả khoảng thời gian từ lúc khởi hành:

$$a_1 = \frac{v_1 - v_0}{t_1} = \frac{2 - 0}{5} = 0,4\ m/s^2$$

$$a_2 = \frac{v_2 - v_1}{t_2} = \frac{4 - 2}{5} = 0,4\ m/s^2$$

$$a_3 = \frac{v_3 - v_2}{t_3} = \frac{6 - 4}{5} = 0,4\ m/s^2$$

$$a = \frac{v_3 - v_0}{t_1 + t_2 + t_3} = \frac{6 - 0}{3.5} = 0,4\ m/s^2$$

Đáp số: $a_1 = a_2 = a_3 = a = 0,4\ m/s^2$

C. BÀI TẬP LUYỆN TẬP

Bài 4.6: Một xe lửa đang chuyển động với vận tốc 54 km/h thì hãm phanh chuyển động chậm dần đều với gia tốc $a = -2\ m/s^2$. Chọn chiều dương là chiều chuyển động của xe lửa. Tính:

a. Vận tốc của xe lửa sau khi hãm phanh được 2 s.

b. Quãng đường xe lửa đi được từ lúc hãm phanh tới lúc dừng lại.

Tóm tắt

$v_o = 54$ km/h = 15 m/s; $v_t = 0$; $a = -2\ m/s^2$;

a) $v_2 = ?$ $t_2 = 2$ s; s =?

Hướng dẫn giải

a. Ta có: $v_t = v_o + at$

Vận tốc của xe sau khi hãm phanh được 2 s: $v_2 = 15 - 2 \cdot 2 = 11$ m/s

b. Quãng đường xe lửa đi được từ lúc hãm phanh tới lúc dừng lại:

$$v_t^2 - v_0^2 = 2as$$

$$s = \frac{v_t^2 - v_0^2}{2a} = \frac{0 - 15^2}{2.(-2)} = 56{,}25 \text{ m}$$

Đáp số: a) $v_2 = 11$ m/s; b) s = 56,25 m

Bài 4.7: Một ô tô bắt đầu chuyển động thẳng nhanh dần đều. Sau 80 s ô tô đạt đến vận tốc 36 km/h.

a. Tính gia tốc của ô tô.

b. Nếu tiếp tục tăng tốc như vậy thì sau bao lâu nữa ô tô sẽ đạt vận tốc 50,4 km/h.

Tóm tắt

$v_o = 0$; $v_1 = 36$ km/h = 10 m/s; $t_1 = 80$ s

a) a = ?; b) v = ?

b) $v_2 = 50{,}4$ km/h = 14 m/s; t = ?

Hướng dẫn giải

a. Áp dụng công thức: $v_1 = v_o + at_1$

Gia tốc của ô tô là: $a = \dfrac{v_1 - v_0}{t_1} = \dfrac{10 - 0}{80} = 0{,}125\ m/s^2$

b. Áp dụng công thức: $v_2 = v_1 + at_2$

Thời gian để ô tô đạt được vận tốc 50,4 km/h là:

$$t_2 = \frac{v_2 - v_1}{a} = \frac{14 - 10}{0{,}125} = 32 \text{ s}$$

Đáp số: a) $a = 0{,}125\ m/s^2$ b) $t_2 = 32$ s

Bài 5 – PHƯƠNG TRÌNH CHUYỂN ĐỘNG THẲNG BIẾN ĐỔI ĐỀU

A. HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI

Câu 5.1: Viết phương trình chuyển động thẳng biến đổi đều và nêu các ý nghĩa của các đại lượng trong đó.

Hướng dẫn giải

Phương trình chuyển động thẳng biến đổi đều: $x = x_o + v_o t + \frac{1}{2}at^2$

trong đó x (m) là tọa độ của chất điểm tại thời điểm t (s), x_o (m) và v_o (m/s) là tọa độ và vận tốc ban đầu của chất điểm tại thời điểm t_o (s), a (m/s^2) là gia tốc của chất điểm.

Câu 5.2: Đồ thị vận tốc của một chất điểm chuyển động dọc theo trục Ox được biểu diễn ở hình 5.1. Hãy xác định gia tốc của chất điểm trong các khoảng thời gian sau :

0 s – 5 s ; 5 s – 15 s ; > 15 s.

Hình 5.1

Hướng dẫn giải

- Nhìn vào đồ thị ta thấy, từ 0 s đến 5 s, vận tốc của chất điểm không thay đổi và luôn bằng -6 m/s. Do vậy, gia tốc của chất điểm trong khoảng thời gian này là: $a_{0-5} = 0\ m/s^2$
- Từ thời điểm 5 s đến 15 s, vận tốc của chất điểm biến đổi tăng đều từ -6 m/s đến 6 m/s. Do vậy, gia tốc của chất điểm trong khoảng thời gian này là:

$$\text{Gia tốc trung bình} = \frac{\text{độ biến thiên vận tốc}}{\text{khoảng thời gian biến thiên}}$$

$$\Leftrightarrow a_{5-15} = \frac{v_2 - v_1}{t_2 - t_1} = \frac{6-(-6)}{15-5} = 1{,}2\ m/s^2$$

- Từ thời điểm 15 s trở về sau, vận tốc của chất điểm không thay đổi và luôn bằng 6 m/s. Do vậy, gia tốc của chất điểm trong khoảng thời gian này là:

$$a_{>15} = 0\ m/s^2$$

Đáp số: $a_{0-5} = 0\ m/s^2$; $a_{5-15} = 1{,}2\ m/s^2$; $a_{>15} = 0\ m/s^2$

B. HƯỚNG DẪN GIẢI BÀI TẬP

Bài 5.1: Chọn câu sai

Chất điểm sẽ chuyển động nhanh dần đều nếu:

A. $a > 0$ và $v_0 > 0$ B. $a > 0$ và $v_0 = 0$

C. $a < 0$ và $v_0 > 0$ D. $a < 0$ và $v_0 < 0$

Đáp án: C

Bài 5.2: Một chất điểm chuyển động dọc theo trục Ox, theo phương trình $x = 2t + 3t^2$, trong đó x tính bằng mét, t tính bằng giây.

a. Hãy xác định gia tốc của chất điểm.

b. Tìm tọa độ và vận tốc tức thời của chất điểm lúc t = 3 s.

Hướng dẫn giải

a. Ta có phương trình chuyển động thẳng biến đổi đều là:

$$x = x_o + v_o t + \frac{1}{2}at^2 \qquad (1)$$

Phương trình chuyển động của chất điểm cho trong bài là:

$$x = 2t + 3t^2 \qquad (2)$$

So sánh giữa (1) và (2), ta xác định được gia tốc của chất điểm là:

$$\frac{1}{2}a = 3 \Rightarrow a = 6\ m/s^2$$

b. Từ (2) ta có thể tính được tọa độ của chất điểm lúc $t = 3$ s như sau:

$$x = 2t + 3t^2 = 2.3 + 3.3^2 = 33\ m$$

So sánh giữa (1) và (2) ta có thể thấy được vận tốc ban đầu của chất điểm là $v_o = 2$ m/s.

Mặt khác ta lại có công thức của vận tốc trong chuyển động thẳng biến đổi đều như sau: $v = v_o + at \Rightarrow v = 2 + 6.3 = 20$ m/s

Đáp số: a. 6 m/s²; b. x = 33 m; v = 20 m/s

Bài 5.3: Vận tốc của một chất điểm chuyển động dọc theo trục Ox cho bởi hệ thức:

$$v = (15 - 8t)\ m/s$$

Hãy xác định gia tốc, vận tốc của chất điểm lúc $t = 2$ s và vận tốc trung bình của chất điểm trong khoảng thời gian từ $t = 0$ s đến $t = 2$ s.

Hướng dẫn giải

Ta có phương trình vận tốc là:

$$v = v_o + at \qquad (1)$$

Phương trình chuyển động của chất điểm cho trong bài là:

$$v = 15 - 8t \qquad (2)$$

So sánh giữa (1) và (2), ta xác định được gia tốc của chất điểm là:

$$a = -8\ m/s^2$$

Vận tốc của chất điểm lúc $t = 2$ s: $v = 15 - 8t = 15 - 8.2 = -1$ m/s

Vận tốc của chất điểm lúc $t = 0$ s: $v = 15 - 8t = 15 - 8.0 = 15$ m/s

Vận tốc thay đổi tuyến tính theo thời gian nên vận tốc trung bình của chất điểm trong khoảng thời gian từ $t = 0$ s đến $t = 2$ s là:

$$v = \frac{v_o + v_t}{2} = \frac{15 + (-1)}{2} = 7\ m/s$$

Đáp số: a = - 8 m/s²; v_2 = -1 m/s; v_{TB} = 7 m/s

Bài 5.4: Một ôtô đang chuyển động với vận tốc không đổi 30 m/s. Đến chân một con dốc, đột nhiên máy ngừng hoạt động và ôtô theo đà đi lên dốc. Nó luôn luôn chịu một gia tốc ngược chiều chuyển động bằng 2 m/s trong suốt quá trình lên dốc.

a. Viết phương trình chuyển động của ôtô, lấy gốc tọa độ $x = 0$ và gốc thời gian $t = 0$ lúc xe ở vị trí chân dốc.

b. Tính thời gian đi hết quãng đường đó.

c. Tính quãng đường xa nhất theo sườn dốc mà ôtô có thể lên được.

d. Tính vận tốc của ô tô sau 20 s. Lúc đó ô tô chuyển động theo chiều nào?

Hướng dẫn giải

a. Tại t = 0: $v_o = 30$ m/s; $x_0 = 0$

Xe luôn chịu một gia tốc ngược chiều chuyển động bằng 2 m/s: $a = -2\ m/s^2$.

Phương trình chuyển động của ôtô:

$$x = x_0 + v_0t + \frac{at^2}{2} \Rightarrow x = 30t - t^2 \text{ (m; s)}$$

b. Thời gian đi hết quãng đường đó là: $v_t = v_o + at$

$$0 = 30 - 2t \Rightarrow t = 15 \text{ s}$$

c. Ta có thể hình dung chuyển động của xe như sau: xe bắt đầu lên dốc với vận tốc 30 m/s. Dưới tác dụng của gia tốc ngược chiều chuyển động ($a = -2\ m/s^2$), xe sẽ chuyển động chậm dần khi lên dốc cho đến lúc vận tốc bằng 0. Tại vị trí mà vận tốc của xe bằng không ta có được quãng đường xa nhất theo sườn dốc mà xe có thể lên được.

Gọi $v_t = 0$ là vận tốc lúc xe ở vị trí xa nhất trên sườn dốc. Ta có:

$$v_t^2 - v_o^2 = 2as$$
$$0^2 - 30^2 = 2(-2)s$$
$$s = 225 \text{ m}$$

Vậy quãng đường xa nhất theo sườn dốc mà xe có thể lên được là 225 m

d. Áp dụng công thức: $v = v_0 + at = 30 - 2t$

Vận tốc của ô tô sau 20 s: $v = 30 - 2 \,.\, 20 = -10$ m/s

$\Rightarrow$ Lúc đó ô tô chuyển động theo chiều xuống dốc.

Đáp số: a) $x = 30t - t^2$; b) $t = 15$ s; c) $s = 225$ m; d) $v = -10$ m/s

C. BÀI TẬP LUYỆN TẬP

Bài 5.5: Phương trình cơ bản của một vật chuyển động thẳng là:

$$x = 5t^2 - 10t + 25 \text{ (m; s)}$$

Hãy xác định:

a. Gia tốc của chuyển động và cho biết tính chất của chuyển động.

b. Vận tốc của vật ở thời điểm t = 2,5 s.

c. Tọa độ của vật khi nó có vận tốc v = 20 m/s.

Hướng dẫn giải

a. Phương trình của chuyển động thẳng có dạng: $x = x_o + v_0t + \frac{at^2}{2}$

So sánh với phương trình: $x = 5t^2 - 10t + 25$ (m; s)

Ta suy ra được: $x_o = 25$ m; $v_0 = -10$ m/s; $a = 10\ m/s^2$

$v_0 < 0$; $a > 0 \Rightarrow$ chuyển động chậm dần đều

b. Phương trình vận tốc của vật: $v = v_o + at = -10 + 10t$ (m/s)

Vận tốc của vật ở thời điểm t = 2,5 s:

$$v = -10 + 10 \,.\, 2,5 = 15 \text{ m/s}$$

c. Thời điểm mà vật có vận tốc v = 20 cm/s là:

$$t = \frac{v - v_0}{a} = \frac{20-(-10)}{10} = 3\ s$$

Vậy tọa độ của vật khi nó có vận tốc v = 20 m/s là:

$$x = 5t^2 - 10t + 25 = 5 . 3^2 - 10 . 3 + 25 = 40\ m$$

Đáp số: a) a = 10 m/s; chuyển động chậm dần đều;
b) v = 15 m/s; c) s = 40 cm

Bài 5.6: Một ô tô đang chuyển động với vận tốc 54 km/h thì lên dốc chuyển động chậm dần đều với gia tốc $a = -0,25\ m/s^2$ và khi lên tới đỉnh dốc đạt vận tốc 9 km/h. Tính:

a. Chiều dài dốc.
b. Thời gian đi hết dốc.

Tóm tắt

$v_o = 54$ km/h = 15 m/s; $a = -0,25\ m/s^2$; v = 9 km/h = 2,5 m/s

d) l =?; b) t = ?

Hướng dẫn giải

a. Áp dụng công thức: $v^2 - v_o^2 = 2al$

Chiều dài dốc: $l = \frac{v^2 - v_o^2}{2a} = \frac{2,5^2 - 15^2}{2(-0,25)} = 437,5\ m$

b. Thời gian đi hết dốc: $v = v_o + at$

$$t = \frac{v - v_o}{a} = \frac{2,5 - 15}{-0,25} 50\ s$$

Đáp số: a) l = 437,5 m; b) t = 50 s

Bài 5.7: Một viên bi lăn nhanh dần đều từ đỉnh một máng nghiêng với vận tốc đầu bằng không, gia tốc $a = 0,5\ m/s^2$.

a. Hỏi sau bao lâu viên bi đạt vận tốc v = 2 m/s .
b. Biết vận tốc lúc chạm đất v = 4 m/s. Tính chiều dài máng và thời gian viên bi chạm đất.

Tóm tắt

$v_o = 0$; $a = 0,5\ m/s^2$

a) $v_1 = 2$ m/s; t_1 = ?; b) $v_{cd} = 4$ m/s; l = ? t_{cd} = ?

Hướng dẫn giải

a. Áp dụng công thức: $v_1 = v_o + at_1 = at_1$

Thời gian để viên bi đạt vận tốc $v_1 = 2,4$ m/s là: $t_1 = \frac{v_1}{a} = \frac{2}{0,5} = 4\ s$

b. Thời gian của viên bi lúc chạm đất: $v_{cd} = v_o + at_{cd} = at_{cd}$

$$\Rightarrow t_{cd} = \frac{v_{cd}}{a} = \frac{4}{0,5} = 8\ s$$

Chiều dài máng nghiêng là:

$$v_{cd}^2 - v_o^2 = 2al \Rightarrow l = \frac{v_{cd}^2}{2a} = \frac{4^2}{2.0,5} = 16\ m$$

Đáp số: a) t_1 = 4 s; b) t_{cd} =10 s; l = 16 m

Bài 6 – SỰ RƠI TỰ DO

A. HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI

Câu 6.1: Sử dụng các công thức: $s = \frac{1}{2}at^2$ và $t = \sqrt{\frac{2s}{a}}$

Hãy viết các công thức cho vận tốc của vật rơi tự do lúc tiếp đất và thời gian rơi t (gọi s là độ cao, g là gia tốc rơi và lấy $v_0 = 0$)

Trả lời

Ta có: $s = h$; $a = g$; $v_0 = 0$. Do đó: $v = gt$ và $t = \sqrt{\frac{2h}{g}}$

Câu 6.2: Hãy viết phương trình liên hệ giữa vận tốc ném lên theo phương thẳng đứng và độ cao đạt được.

Hướng dẫn giải

Gọi v_o là vận tốc ban đầu theo phương thẳng đứng ngay khi ném vật. h_o là độ cao ban đầu của vật trước khi ném. Gia tốc trọng trường là g, độ cao đạt được là h. Ta có vận tốc ném lên theo phương thẳng đứng v tại thời điểm t là: $v = v_o - gt$ (1)

Độ cao đạt được tại thời điểm t là: $h = h_o + v_o t - \frac{1}{2}gt^2$ (2)

Ta thấy biểu thức trên chính là phương trình chuyển động thẳng biến đổi đều với tọa độ x là độ cao h, gia tốc a của hệ là $-g$ (dấu trừ xuất hiện là do vật ném lên nên gia tốc trọng trường ngược chiều chuyển động).

B. HƯỚNG DẪN GIẢI BÀI TẬP SGK

Bài 6.1: Chọn câu sai

A. Khi rơi tự do mọi vật chuyển động hoàn toàn như nhau.

B. Vật rơi tự do khi không chịu sức cản của không khí.

C. Người nhảy dù trên hình 6.2 SGK đang rơi tự do.

D. Mọi vật chuyển động gần mặt đất đều chịu gia tốc rơi tự do.

Đáp án: C

Bài 6.2: Một vật rơi không vận tốc đầu từ độ cao 5 m xuống. Tìm vận tốc của nó khi chạm đất.

Hướng dẫn giải

Theo đề bài ta có: vật rơi không vận tốc ban đầu nên $v_o = 0$ m/s, vật rơi xuống nên gia tốc trọng trường cùng chiều với chiều chuyển động $a = g = 9{,}8\ m/s^2$.

Tại thời điểm ban đầu, vật ở tại vị trí có độ cao $h_o = 5$ m.

Lúc vật chạm đất, vật ở vị trí có độ cao $h_1 = 0$ m.

Quãng đường di chuyển: $h = h_0 - h_1 = 5$ m

$$\Rightarrow v^2 - v_o^2 = 2gh \Leftrightarrow v^2 = 2gh$$

Vận tốc của vật khi chạm đất là:

$$\Rightarrow v_{cd} = \sqrt{2gh} = \sqrt{2.9,8.5} = 9,9 \text{ m/s}$$

Đáp số: $v_{cd} = 9,9$ ***m/s***

Bài 6.3: Một vật được thả từ máy bay ở độ cao 80 m. Cho rằng vật rơi tự do. Tính thời gian rơi.

Giải

Áp dụng công thức: $t = \sqrt{\dfrac{2h}{g}} = \sqrt{\dfrac{2.80}{10}} = 4$ s

Đáp số: $t = 4$ ***s***

Bài 6.4: Hai viên bi sắt được thả rơi từ cùng một độ cao cách nhau một khoảng thời gian 0,5 s. Tính khoảng cách giữa hai viên bi sau khi viên bi thứ nhất rơi được 1 s; 1,5 s.

Hướng dẫn giải

Áp dụng công thức: $h_1 = \dfrac{1}{2}gt_1^2$; $h_2 = \dfrac{1}{2}gt_2^2$

$$\Delta t = t_1 - t_2 = 0,5 \text{ s}$$

- Khi viên bi thứ nhất rơi được thời gian $t_1 = 1$ s, thì viên thứ hai rơi được thời gian: $t_2 = t_1 - \Delta t = 1 - 0,5 = 0,5$ s

  Khoảng cách giữa hai viên bi khi viên thứ nhất rơi được 1 s:

  $$\Delta h = h_1 - h_2 = \frac{1}{2}g(t_1^2 - t_2^2) = \frac{1}{2}.10.(1^2 - 0,5^2) = 3,75 \text{ m}$$

- Khi viên bi thứ nhất rơi được thời gian $t_1 = 1,5$ s, thì viên thứ hai rơi được thời gian: $t_2 = t_1 - \Delta t = 1,5 - 0,5 = 1$ s

  Khoảng cách giữa hai viên bi khi viên thứ nhất rơi được 1,5 s:

  $$\Delta h = h_1 - h_2 = \frac{1}{2}g(t_1^2 - t_2^2) = \frac{1}{2}.10.(1,5^2 - 1^2) = 6,25 \text{ m}$$

Đáp số: $\Delta h = 3,75$ ***m; 6,25 m***

C. BÀI TẬP LUYỆN TẬP

Bài 6.5: Một viên sỏi được ném lên từ mặt đất theo phương thẳng đứng với vận tốc v_0. sau thời gian 3 s ta thấy viên sỏi rơi xuống đất. Bỏ qua sức cản của không khí. Lấy $g = 10 \text{ m/s}^2$. Tính:

a. Tính độ cao lớn nhất mà viên sỏi đạt được.

b. Vận tốc của vật khi chạm đất.

Tóm tắt

$$t = t_{ném} + t_{rơi} = 3 \text{ s}; g = 10 \text{ m/s}^2$$

a) $h = ?$ b) $v_{cd} = ?$

Giải

a. Nếu bỏ qua sức cản của không khí thì thời gian viên sỏi đi lên và thời gian rơi xuống bằng nhau; vận tốc ném lên và vận tốc lúc chạm đất bằng nhau. $t_1 = t_{ném} = t_{rơi} = \dfrac{t}{2} = 1,5$ s

$$v_{cd} = v_o$$

Áp dụng công thức: $h = \frac{1}{2}gt^2$

Độ cao lớn nhất mà viên sỏi đạt được là:

$$h = \frac{1}{2}gt_1^2 = 5 . 1,5^2 = 11,25 \text{ m}$$

b. Vận tốc vật lúc chạm đất: $v_{cd} = v_o = gt_1 = 10. 1,5 = 15$ m/s

Đáp số: a) h = 11,25 m; b) v = 15 m/s

Bài 6.6: Một vật rơi tự do từ một độ cao h. Biết rằng trong giây cuối cùng vật rơi được quãng đường gấp hai lần hai giây đầu tiên. Lấy $g = 10 \text{ m/s}^2$. Tính:

a. Độ cao h và thời gian rơi của vật.

b. Vận tốc của vật lúc chạm đất.

Tóm tắt

$h_{cuối} = 2h_2$

a) h = ?; t =? ; b) v_{cd} =?

Hướng dẫn giải

a. Gọi t = thời gian vật rơi từ độ cao h xuống đến đất.

h' = quãng đường vật rơi được trong thời gian (t – 1) giây đầu tiên.

h_2 = thời gian vật rơi trong 2 s đầu tiên.

Ta có: $h_2 = \frac{1}{2}gt_2^2 = \frac{1}{2} . 10 . 2^2 = 20$ m

$$h = \frac{1}{2}gt^2$$

$$h' = \frac{1}{2}g(t-1)^2$$

$$h_{cuối} = \Delta h = h - h' = \frac{1}{2}g[t^2 - (t-1)^2] \Rightarrow h_{cuối} = 5(2t - 1) \quad (1)$$

Theo đề bài: $h_{cuối} = 2h_2 = 2 . 20 = 40$ m (2)

Từ (1) và (2) suy ra: $\Rightarrow 2t - 1 = 8$

Thời gian rơi của vật t = 4,5 s

Độ cao h: $h = \frac{1}{2}gt^2 = 5t^2 = 5 . 4,5^2 = 101,25$ m

b Vận tốc của vật lúc chạm đất: v = gt = 10 . 4,5 = 45 m/s

Đáp số: a. t = 4,5 s; h = 101,25 m; b. v = 45 m/s

Bài 6.7: Người ta thả lần lượt hai viên sỏi ở cùng một độ cao h nhưng cách nhau một khoảng thời gian 2 s. Lấy $g = 10 \text{ m/s}^2$. Tính:

a. Khoảng cách giữa hai viên sỏi khi viên thứ hai rơi được 1,5 s.

b. Biết vận tốc của hai viên sỏi lúc chạm đất là 30 m/s. Tính độ cao h.

Hướng dẫn giải

a. Áp dụng công thức: $h_1 = \frac{1}{2}gt_1^2$; $h_2 = \frac{1}{2}gt_2^2$

Khi viên sỏi thứ hai rơi được thời gian $t_1 = 1$ s, thì viên thứ nhất rơi được thời gian: $t_1 = 2 + 1,5 = 3,5$ s

Khoảng cách giữa hai viên sỏi khi viên thứ hai rơi được 1 s:

$$\Delta h = h_1 - h_2 = \frac{1}{2}g(t_1^2 - t_2^2) = 5(3,5^2 - 1,5^2) = 50 \text{ m}$$

b. Áp dụng công thức: $h = \frac{1}{2}gt^2$

$$v_1 = v_2 = v = gt \Rightarrow t = \frac{v}{g}$$

Độ cao h là: $\Rightarrow h = \frac{v^2}{2g} = \frac{30^2}{2.10} = 45$ m

Đáp số: a. $\Delta h = 50$ m; b. h = 45 m

Bài 7 – BÀI TẬP VỀ CHUYỂN ĐỘNG THẲNG BIẾN ĐỔI ĐỀU

A. HƯỚNG DẪN GIẢI BÀI TẬP SGK

Bài 7.1: Một ôtô đang chuyển động với vận tốc 72 km/h thì giảm đều tốc độ cho đến khi dừng lại. Biết rằng sau quãng đường 50 m, vận tốc giảm đi còn một nửa.

a. Tính gia tốc của xe.

b. Quãng đường từ đó cho đến lúc xe dừng hẳn là bao nhiêu ?

Hướng dẫn giải

Chọn gốc tọa độ và gốc thời gian là lúc xe bắt đầu giảm tốc độ. Ta có:

$$x_o = 0,\ t_o = 0,\ v_o = 72 \text{ km/h} = 20 \text{ m/s}$$

a. Theo đề bài, sau quãng đường 50 m, vận tốc giảm còn một nửa.

$$\Rightarrow v_{50} = \frac{v_o}{2} = 10 \text{ m/s}$$

Áp dụng công thức: $v_{50}^2 - v_0^2 = 2as_{50}$

Gia tốc của xe là: $a = \frac{v_{50}^2 - v_0^2}{2s} = \frac{10^2 - 20^2}{2.50} = -3 \text{m/s}^2$

b. Gọi $x_{dừng}$ là quãng đường từ lúc bắt đầu giảm tốc cho đến khi xe dừng hẳn, ta có vận tốc tại $x_{dừng}$ là $v_{dừng} = 0$ m/s.

Áp dụng công thức: $v^2_{dừng} - v_{50}^2 = 2as_{dừng}$

Vậy quãng đường từ lúc vận tốc xe giảm đi còn một nửa đến lúc xe dừng hẳn là: $s_{dừng} = \frac{v_{dừng}^2 - v_{50}^2}{2a} = \frac{0^2 - 10^2}{2.(-3)} = 16,67$ m

Đáp số: a) a = -3 m/s^2; b) $s_{dừng}$ = 16,67 m

Bài 7.2: Một người thợ xây ném một viên gạch theo phương thẳng đứng cho một người khác ở tầng cao 4 m. Người này chỉ việc giơ tay ngang ra là bắt

được viên gạch. Hỏi vận tốc khi ném là bao nhiêu để cho vận tốc viên gạch lúc người kia bắt được là bằng không ?

Hướng dẫn giải

Theo đề bài ta có:

Vật chuyển động theo phương thẳng đứng nên vật chịu gia tốc trọng trường g ngược với chiều chuyển động: $a = - g = -9,8\ m/s^2$.

Khi vật chuyển động đến độ cao h = 4 m thì vận tốc bằng không: v = 0 m/s.

Áp dụng công thức: $v^2 - v_o^2 = 2ah \Rightarrow v^2 - v_o^2 = -2gh$

$$\Leftrightarrow v_o^2 = v^2 - 2gh = 0^2 - 2(-9,8).4 = 78,4 \Rightarrow v_o = 8,85\ m/s$$

Đáp số: $v_o = 8,85$ m/s

Bài 7.3: Người ta ném một vật từ mặt đất lên trên cao theo phương thẳng đứng với vận tốc 4.0 m/s. Hỏi sau bao lâu thì vật đó rơi chạm đất? Độ cao cực đại vật đạt được là bao nhiêu? Vận tốc khi chạm đất là bao nhiêu?

Hướng dẫn giải

Chọn gốc tọa độ ở mặt đất, gốc thời gian là lúc ném vật, trục Oy thẳng đứng chiều dương hướng lên; vận tốc lúc vật đạt độ cao cực đại là v_1, vận tốc lúc vật chạm đất là v_2. Nếu bỏ qua sức cản không khí thì thời gian ném vật từ mặt đất lên độ cao h bằng thời gian vật rơi từ độ cao đó xuống mặt đất $t_2 = t_1$

Mặt khác: $v_0 = 4$ m/s

$v_2 = -v_0 = -4$ m/s; $v_1 = 0$

Ta có: $v_1 = v_0 - gt_1 \Rightarrow t_1 = \dfrac{v_0 - v}{g} = \dfrac{4-0}{9,8} = 0,41$ s

Thời gian từ lúc ném đến lúc vật chạm đất là: $t = t_1 + t_2 = 2t_1 = 0,82$ s

Độ cao cực đại vật đạt được là: $v_1^2 - v_0^2 = -2gh_{max}$

$$\Rightarrow h_{max} = \frac{v_0^2 - v_1^2}{2g} = \frac{4^2 - 0^2}{2.9,8} = 0,82\ m$$

Vận tốc v_2 khi chạm đất: $v = -v_o = -4$ m/s

Đáp số: $t = 0,82$ s; $h_{max} = 0,82$ m; $v_2 = -4$ m/s

Bài 7.4: Một máy bay chở khách muốn cất cánh được phải chạy trên đường băng dài 1,8 km để đạt vận tốc 300 km/h. Hỏi máy bay phải có gia tốc không đổi tối thiểu bằng bao nhiêu ?

Hướng dẫn giải

Chọn gốc tọa độ là vị trí máy bay bắt đầu chuyển động, gốc thời gian là lúc máy bay bắt đầu chuyển động.

Theo đề bài thì máy bay phải đạt vận tốc 300 km/h = 83,3 m/s trên quãng đường 1,8 km = 1800 m.

Áp dụng công thức: $v^2 - v_0^2 = 2as$

Gia tốc của máy bay là: $v = v_o + at$

$$\Rightarrow a = \frac{v^2 - v_0^2}{2s} = \frac{83,3^2 - 0^2}{2.1800} \approx 1,93\ m/s^2$$

Đáp số: $a = 1,93\ m/s^2$

Bài 7.5: Một đoàn tàu rời ga chuyển động nhanh dần đều với gia tốc 0,1 m/s^2 trên đoạn đường 500 m, sau đó thì chuyển động đều. Hỏi sau 1 giờ tàu đi được đoạn đường bằng bao nhiêu ?

Hướng dẫn giải

Chọn gốc tọa độ là vị trí đoàn tàu bắt đầu chuyển động, gốc thời gian là lúc đoàn tàu bắt đầu chuyển động.

Từ phương trình chuyển động, ta tính được thời gian để đoàn tàu đi hết quãng đường 500 m đầu tiên là: $s_1 = x_1 - x_o = v_o t + \frac{1}{2}at^2$

$$500 = 0.t + \frac{1}{2}0,1.t^2 \Rightarrow t = 100 \text{ s}$$

Vận tốc của đoàn tàu sau 100 s đó là:

$$v = v_o + at = 0 + 0,1.100 = 10 \text{ m/s}$$

Thời gian tàu chuyển động đều bằng:

$$3.600 - 100 = 3.500 \text{ s}$$

Quãng đường tàu đi được trong khoảng thời gian 3.500 s đó là:

$$s_2 = 3.500 \times 10 = 35.000 \text{ m} = 35 \text{ km}$$

Vậy sau một giờ tàu đi được quãng đường là:

$$s = s_1 + s_2 = 0,5 + 35 = 35,5 \text{ km}$$

Đáp số: s = 35,5 km

C. BÀI TẬP LUYỆN TẬP

Bài 7.6: Một vật chuyển động trên trục Ox với phương trình: $x = 2t^2 + 10t$ (m; s)

a. Tính quãng đường vật đi được trong khoảng thời gian từ giây thứ hai đến giây thứ năm. Tính vật tốc trung bình trên đoạn đường này.

b. Tính vận tốc của vật ở thời điểm t = 6 s

Hướng dẫn giải

a. Quãng đường vật đi được trong khoảng thời gian từ giây thứ hai đến giây thứ năm: $s = x_5 - x_2$

Trong đó: $x_5 = 2.5^2 + 10.5 = 100$ m

$x_2 = 2.2^2 + 10.2 = 28 \text{ m} \Rightarrow s = 100 - 28 = 72$ m

Vận tốc trung bình trên đoạn đường này là:

$$v_{TB} = \frac{s}{t_5 - t_2} = \frac{72}{5-2} = 24 \text{ m/s}$$

b. Vận tốc của vật ở thời điểm t : $v = v_o + at$

Từ phương trình: $x = 2t^2 + 10t$ (m; s)

Ta suy ra: $a = 4 \text{ m/s}^2$; $v_o = 10 \text{ m/s} \Rightarrow v = 10 + 4t$ (m/s)

Vận tốc của vật ở thời điểm t = 6 s: v = 10 + 4 . 6 = 34 m/s

Đáp số: a) s = 72 m ; v_{TB} = 24 m/s; b) v = 34 m/s

Bài 7.7: Một người đi xe máy đang đi với vận tốc 7,2 km/h thì xuống dốc chuyển động nhanh dần đều với gia tốc $a_1 = 0,5 \text{ m/s}^2$. Cùng lúc đó một ô tô bắt đầu lên dốc với vận tốc đầu 54 km/h và chuyển động chậm dần đều với

gia tốc $a_2 = -0,6\ m/s^2$. Biết chiều dài dốc bằng 600 km. Xác định vị trí và thời điểm hai xe gặp nhau. Chọn gốc tọa độ là chân dốc, chiều dương hướng từ chân dốc lên đỉnh dốc, gốc thời gian là lúc xe máy bắt đầu xuống dốc.

Tóm tắt

Với cách chọn trục tọa độ như đề bài thì ta có:

$$v_{o1} = -7,2\ km/h = -2\ m/s;\ a_1 = -0,5\ m/s^2$$
$$v_{02} = 54\ km/h = 15\ m/s;\ a_2 = -0,6\ m/s^2$$
$$x_{01} = l = 600\ m;\ x_{02} = 0;\ t_{01} = t_{02} = 0$$
$$x_1 = x_2 = ?\ t_1 = t_2 = ?$$

Hướng dẫn giải

Phương trình chuyển động của xe máy: $x_1 = x_{o1} + v_{o1}t + \dfrac{a_1t^2}{2}$

$$x_1 = 600 - 2t - 0,25t^2\ (m)\quad (1)$$

Phương trình chuyển động của ôtô: $x_2 = x_{o2} + v_{o2}t + \dfrac{a_2t^2}{2}$

$$x_2 = 15t - 0,3t^2\ (m)\quad (2)$$

Khi hai xe gặp nhau: $x_1 = x_2 \Rightarrow 600 - 2t - 0,25t^2 = 15t - 0,3t^2$

$$t^2 - 340t + 12\,000 = 0$$
$$t_1 = 40\ s\ ;\ t_2 = 300\ s$$

Với $t_1 = 40$ s, thế vào (2): $x_2 = 15\,.\,40 - 0,3.\,40^2 = 120$ m

Với $t_2 = 300$ s, thế vào (2): $x_2 = 15\,.\,300 - 0,3.\,300^2 = -22500\ m < 0$ (loại)

Vậy vị trí và thời điểm hai xe gặp nhau là: $t = 40$ s

$x = x_2 = 120\ m \Rightarrow$ cách chân dốc 120 m

Đáp số: t = 40 s; x = 120 m

Bài 8 – CHUYỂN ĐỘNG TRÒN ĐỀU TỐC ĐỘ DÀI VÀ TỐC ĐỘ GÓC

A. HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI

Câu8.1: Hãy cho biết phương và chiều của véc tơ vận tốc trong chuyển động tròn.

Trả lời

Véc tơ vận tốc trong chuyển động tròn có phương vuông góc với bán kính quĩ đạo (hay tiếp tuyến với quĩ đạo) chuyển động và chiều trùng với chiều của chuyển động.

Câu8.2: Viết các công thức tính tốc độ dài và tốc độ góc, từ đó suy ra công thức liên hệ giữa chúng.

Trả lời

$$v = \left|\frac{\Delta\vec{r}}{\Delta t}\right| = \frac{\Delta s}{\Delta t}\ ;\ \omega = \frac{\Delta\varphi}{\Delta t}$$

Với: $\Delta s = R.\Delta\varphi \Rightarrow v = \dfrac{\Delta s}{\Delta t} = R\dfrac{\Delta\varphi}{\Delta t} \Rightarrow v = R\omega$

Câu 8.3: Thế nào là chuyển động tuần hoàn với chu kì T.

Trả lời

Chuyển động tuần hoàn với chu kì T là chuyển động mà sau những khoảng thời gian bằng nhau chất điểm trở lại vị trí ban đầu và lặp lại chuyển động như trước.

T là thời gian ngắn nhất để vật trở lại vị trí ban đầu và lặp lại chuyển động như trước

Câu 8.4: Viết các công thức liên hệ giữa tốc độ dài, tốc độ góc với chu kì T và với tần số f.

$$\omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi f$$

$$v = R\omega = R.\frac{2\pi}{T} = 2\pi fR$$

Câu 8.5: Trong chuyển động tròn đều chất điểm có thay đổi vận tốc không?

Trả lời

Vận tốc là một đại lượng véctơ được xác định bởi phương, chiều và độ lớn. Trong chuyển động tròn đều vận tốc của chất điểm có độ lớn không đổi nhưng phương, hướng thay đổi ⇒ Vận tốc thay đổi.

B. HƯỚNG DẪN GIẢI BÀI TẬP SGK

Bài 8.1: Câu nào sau đây là đúng?

A. Trong các chuyển động tròn đều có cùng bán kính, chuyển động nào có chu kì quay lớn hơn thì có tốc độ dài lớn hơn.

B. Trong các chuyển động tròn đều, chuyển động nào có chu kì quay nhỏ hơn thì có tốc độ dài nhỏ hơn.

C. Trong các chuyển động tròn đều, chuyển động nào có tần số lớn hơn thì có chu kì nhỏ hơn.

D. Trong các chuyển động tròn đều có cùng chu kì, chuyển động nào có bán kính nhỏ hơn thì có tốc độ góc nhỏ hơn.

Trả lời

Ta có biểu thức liên hệ giữa chu kì và vận tốc như sau: $f = \frac{1}{T}$

⇒ tần số và chu kì là tỉ lệ nghịch với nhau.

Nói cách khác, nếu so sánh giữa hai chuyển động tròn với nhau thì chuyển động nào có tần số lớn hơn thì chu kì nhỏ hơn và ngược lại.

Vậy câu trả lời đúng là câu C.

Đáp án: C

Bài 8.2: Kim giờ của một đồng hồ dài bằng $\frac{3}{4}$ kim phút. Tìm tỉ số giữa tốc độ góc hai kim và tỉ số giữa độ lớn của vận tốc dài của đầu mút hai kim.

Hướng dẫn giải

Khi kim phút quay được một vòng thì kim giờ quay được $\frac{1}{12}$ vòng.

Gọi ω_p là tốc độ góc của kim phút thì tốc độ góc của kim giờ là:

$$\omega_g = \frac{1}{12}\omega_p$$

$\Rightarrow$ tỉ số giữa tốc độ góc của kim phút và kim giờ là: $\frac{\omega_p}{\omega_g} = 12$

Gọi R_p là chiều dài của kim phút, theo đề bài ta có chiều dài của kim giờ là:

$$R_g = \frac{3}{4}R_p.$$

Độ lớn của vận tốc dài được tính theo công thức: $v = R\omega$

Tỉ số giữa độ lớn của vận tốc dài giữa đầu mút kim phút và kim giờ là:

$$\frac{v_p}{v_g} = \frac{R_p\omega_p}{R_g\omega_g} = \frac{R_p\omega_p}{\frac{3}{4}R_p \cdot \frac{1}{12}R_p} = 16$$

Đáp số: $\frac{\omega_p}{\omega_g} = 12$; $\frac{v_p}{v_g} = 16$

Bài 8.3: Vệ tinh nhân tạo của Trái Đất ở độ cao 300 km bay với tốc độ 7,9 km/s. Tính vận tốc góc, chu kì, tần số của nó. Coi chuyển động của vệ tinh là tròn đều. Biết bán kính của Trái Đất bằng 6400 km.

Hướng dẫn giải

Gọi h là độ cao của vệ tinh so với mặt đất: h = 300 km.

Gọi $R_{TĐ}$ là bán kính Trái Đất: $R_{TĐ}$ = 6.400 km.

Vận tốc góc của vệ tinh: $\omega = \frac{v}{R} = \frac{v}{R_{TĐ} + h} = \frac{7,9}{6.400 + 300} \approx 1,18.10^{-3}$ rad/s

Chu kỳ của vệ tinh: $T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2\pi}{1,179.10^{-3}} \approx 5\,328,8$ s $\approx$ 1 giờ 29 phút

Tần số của vệ tinh: $f = \frac{1}{T} = \frac{\omega}{2\pi} \approx 1,9.10^{-4}$ vòng / s $\approx 1,9.10^{-4}$ Hz

Đáp số: $\omega = 1,18.10^{-3}$ ***rad/s; T = 1 giờ 29 phút;*** $f = 1,9.10^{-4}$ ***Hz***

C. BÀI TẬP LUYỆN TẬP

Bài 8.4: Một chất điểm chuyển động tròn đều trên một quĩ đạo tròn bánh kính 50 cm. Chất điểm đi được 2 vòng hết 0,5 s. Hãy xác định tốc độ dài, tốc độ góc của chất điểm.

Tóm tắt

R = 50 cm = 0,5 m; N = 2 vòng; t = 0,5 s

v= ? ; ω = ?; a =?

Hướng dẫn giải

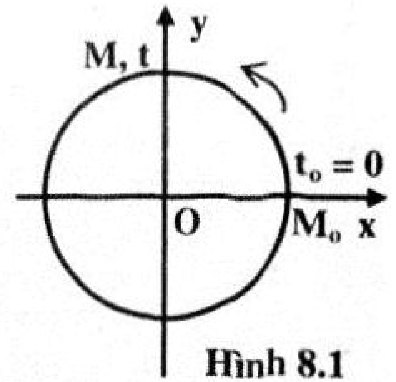
Thời gian chất điểm quay hết 1 vòng là: $T = \frac{t}{N} = \frac{0.5}{2} = 0,25$ s

Tốc độ góc của chất điểm: $\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{0,25} = 8\pi$ rad/s

Tốc độ dài của chất điểm: $v = R.\omega = 0,5 . 8\pi = 4\pi = 12,56$ m/s

Đáp số: $\omega = 8\pi$ rad/s; v = 12,56 m/s

Bài 8.5: Một chất điểm chuyển động trên một đường tròn tâm O, bán kính R = 40 cm. Chọn hệ trục tọa độ Oxy như hình 8.1. Biết rằng ở thời điểm $t_o = 0$ chất điểm ở tọa độ $x_o = 40$ cm, $y_o = 0$ và rằng ở thời điểm t = 6 s chất điểm ở tọa độ x = 0 cm, y = 40 cm. Tính độ lớn của véc tơ độ dời $\Delta\vec{r}$, độ lớn của vận tốc dài và tốc độgóc trung bình của chất điểm.



Hình 8.1

Tóm tắt

$t_o = 0$: $x_o = 40$ cm, $y_o = 0$; t = 6s x = 0 cm, y = 40 cm

$|\Delta\vec{r}| = ?$; $v_{TB} = ?$; $\omega_{TB} = ?$

Hướng dẫn giải

Từ hình 8.1a, ta có: $\Delta\vec{r} = \vec{r}' - \vec{r}$

$$\Delta\varphi = \varphi - \varphi_o = 90^0 = \frac{\pi}{2}$$

Tam giác OM_oM vuông cân. Suy ra độ lớn của véc tơ độ rời $\Delta\vec{r}$ là:

$$|\Delta\vec{r}| = R\sqrt{2} = 40\sqrt{2} \text{ cm}$$

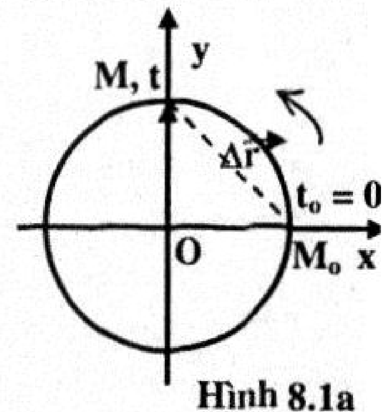
Độ lớn của vận tốc dài trung bình của chất điểm là:

$$v_{TB} = \frac{\Delta s}{\Delta t}$$

Trong đó:

$$\Delta s = R.\Delta\varphi = 40 . \frac{\pi}{2} = 20\pi \text{ cm} = 62,8 \text{ cm}$$

$$\Rightarrow v_{TB} = \frac{62,8}{6} = 10,5 \text{ cm/s}$$



Hình 8.1a

Vận tốc góc trung bình của chất điểm:

$$\omega = \frac{v_{TB}}{R} = \frac{10,5}{40} = 0,26 \text{ rad/s}$$

Đáp số: *$|\Delta\vec{r}| = 40\sqrt{2}$ cm; $v_{TB} = 10,5$ cm/s; $\omega = 0,26$ rad/s*

Bài 9 – GIA TỐC TRONG CHUYỂN ĐỘNG TRÒN ĐỀU

A. HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI

Câu 9.1: Nói trong chuyển động tròn, gia tốc của chất điểm là gia tốc hướng tâm là đúng hay sai? Giải thích.

Trả lời

Trong chuyển động tròn đều, gia tốc của chất điểm là gia tốc hướng tâm.

Giải thích:

Trong chuyển động tròn đều, độ lớn của vận tốc dài được giữ nguyên nhưng phương và chiều của nó luôn thay đổi. Đại lượng đặc trưng cho sự biến đổi phương và chiều của vận tốc được gọi là gia tốc hướng tâm, nó vuông góc với vận tốc và hướng vào tâm của vòng tròn.

Câu 9.2: Viết công thức của gia tốc hướng tâm và nói rõ đặc trưng của véc tơ gia tốc hướng tâm.

Trả lời

$$a_{ht} = \left|\frac{\Delta\vec{v}}{\Delta t}\right| = \frac{v^2}{R} = R\omega^2$$

❖ Đặc trưng của véc tơ gia tốc hướng tâm: đặc trưng cho sự biến đổi phương và chiều của vận tốc, có phương vuông góc với vận tốc và hướng vào tâm của vòng tròn quĩ đạo.

Câu 9.3: Có thực là trong chuyển động tròn đều vận tốc không thay đổi?

Trả lời

Vận tốc $\vec{v}$ là một đại lượng véc tơ được xác định bởi phương, chiều và độ lớn của nó. Trong chuyển động tròn đều độ lớn của vận tốc là v là hằng số, nhưng phương chiều của $\vec{v}$ luôn thay đổi. Vì vậy không thể nói trong chuyển động tròn đều vận tốc không thay đổi.

B. HƯỚNG DẪN GIẢI BÀI TẬP SGK

Bài 9.1: Trong các chuyển động tròn đều

A. Có cùng bán kính thì chuyển động nào có chu kì lớn hơn sẽ có tốc độ dài lớn hơn.

B. Chuyển động nào có chu kì nhỏ hơn thì có tốc độ góc nhỏ hơn.

C. Chuyển động nào có tần số lớn hơn thì có chu kì nhỏ hơn.

D. Có cùng chu kì thì chuyển động nào có bán kính nhỏ hơn sẽ có tốc độ góc nhỏ hơn.

Đáp án: C

Bài 9.2: Tính gia tốc của đầu mút kim giây của một đồng hồ. Chiều dài của kim là 2,5 cm.

Hướng dẫn giải

Kim giây đồng hồ chuyển động một vòng (= 2π radian) mất 1 phút (= 60 s), vậy vận tốc góc ω của kim giây đồng hồ là:

$$\omega = \frac{2\pi}{60} \approx 0,1 \text{ rad/s}$$

Gia tốc của đầu mút kim giây là:

$$a_{ht} = r.\omega^2 = 2,5 \,.\, 0,1^2 = 0,025 \text{ cm/s}^2 = 2,5.10^{-4} \text{ m/s}^2$$

Đáp số : $a_{ht} = 2,5.10^{-4}$ ***m/s²***

Bài 9.3: Tính gia tốc của Mặt Trăng trong chuyển động quay quanh Trái Đất. Biết khoảng cách giữa Trái Đất và Mặt Trăng là $3,84.10^8$ m, chu kỳ quay là 27,32 ngày.

Hướng dẫn giải

Chu kỳ quay của Mặt Trăng quanh Trái Đất là 27,32 ngày (= 2.360.448 s). Vậy vận tốc góc của chuyển động là: $\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{2.360.448}$ rad/s

Gia tốc của Mặt Trăng trong chuyển động quay quanh Trái Đất là:

$$a_{ht} = r.\omega^2 = 3,84.10^8.\left(\frac{2\pi}{2.360.448}\right)^2 \approx 2,7.10^{-3}\ m/s^2$$

Đáp số : $a_{ht} = 2,7.10^{-3}\ m/s^2$

C. BÀI TẬP LUYỆN TẬP

Bài 9.4: Chiều dài của chiếc kim giây của một đồng hồ dài gấp 1,2 lần kim phút của nó. Hỏi gia tốc hướng tâm của đầu kim giây gấp mấy lần gia tốc hướng tâm của đầu kim phút?

Hướng dẫn giải

Gọi R_1, ω_1, a_1, T_1 lần lượt là chiều dài kim giây, tốc độ góc, gia tốc hướng tâm và chu kì của đầu kim giây.

Gọi R_2, ω_2, a_2, T_2 lần lượt là chiều dài kim phút, tốc độ góc, gia tốc hướng tâm và chu kì của đầu kim phút.

Ta có: $R_1 = 1,2R_2$

$T_1 = 1$ phút $= 60$ s; $T_2 = 1h = 3600$ s

$$\omega_1 = \frac{2\pi}{T_1};\ \omega_2 = \frac{2\pi}{T_2}$$

$$a_1 = R_1\omega_1^2 = R_1(\frac{2\pi}{T_1})^2;\ a_2 = R_2\omega_2^2 = R_2(\frac{2\pi}{T_2})^2$$

Gia tốc hướng tâm của đầu kim giây và của đầu kim phút là:

$$\Rightarrow \frac{a_1}{a_2} = \frac{R_1}{R_2}.\left(\frac{T_2}{T_1}\right)^2 = 1,2.\left(\frac{3600}{60}\right)^2 = 4320$$

Đáp số: $\frac{a_1}{a_2} = 4320$

Bài 9.5: Một chất điểm chuyển động trên một quĩ đạo tròn có đường kính 5 m. Biết thời gian nó đi hết 5 vòng là 20 s.

a. Tính vận tốc dài, vận tốc góc chuyển động của chất điểm.

b. Tính gia tốc hướng tâm của chất điểm.

Tóm tắt

$d = 5$ m $\Rightarrow R = 2,5$ m; $t = 20$ s: $n = 5$ vòng

a. $v = ?$; $\omega = ?$; b. $a_{ht} = ?$

Hướng dẫn giải

a. Chu kì chuyển động tròn của chất điểm đó là: $T = \frac{t}{n} = 4$ s

Vận tốc góc của chất điểm là: $\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{\pi}{2}$ rad/s

Vận tốc dài của chất điểm là: $v = R.\omega = 2,5 . \frac{\pi}{2} = 3,93$ m/s

b. Gia tốc hướng tâm của chất điểm là: $a = v.\omega = 6,17$ m/s^2

Đáp số: a. $\omega = \frac{\pi}{2}$ ***rad/s; v = 3,93 m/s; b. a = 6,17 m/s^2***

Bài 10 – TÍNH TƯƠNG ĐỐI CỦA CHUYỂN ĐỘNG CÔNG THỨC CỘNG VẬN TỐC

A. HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI

Câu 10.1: Những đại lượng động học nào có tính tương đối?

Trả lời

Những đại lượng động học có tính tương đối là tọa độ, vị trí, vận tốc và gia tốc của vật. Toạ độ, vị trí, vận tốc và gia tốc của một vật đối với hai hệ qui chiếu khác nhau là khác nhau.

Câu 10.2: Giải thích tại sao khi trời không có gió người ngồi trên xe chạy thấy mưa như rơi xiên góc.

Trả lời

Khi trời không có gió thì so với mặt đất, hạt mưa chuyển động theo phương thẳng đứng từ trên xuống nhưng đứng yên theo phương song song mặt đất.

Đối với người ngồi trên xe chạy thì so với mặt đất người đó chuyển động theo phương song song với mặt đất nhưng lại hoàn toàn đứng yên theo phương thẳng đứng.

Tổng hợp hai chuyển động trên ta thấy, đối với người ngồi trên xe chạy thì hạt mưa vừa chuyển động theo phương song song với mặt đất vừa chuyển động theo phương thẳng đứng. Nghĩa là đối với người trên xe chạy thì hạt như là rơi xiên góc.

Câu 10.3: Viết qui tắc tổng hợp vận tốc và giải thích.

Trả lời

Qui tắc tổng hợp vận tốc:

$$\vec{v}_{1,3} = \vec{v}_{1,2} + \vec{v}_{2,3}$$

Trong đó: $\vec{v}_{1,3}$ là vận tốc của vật đối với hệ qui chiếu thứ nhất.

$\vec{v}_{2,3}$ là vận tốc tương đối của vật với hệ qui chiếu thứ hai.

$\vec{v}_{1,2}$ là vận tốc kéo theo của hệ qui chiếu thứ hai đối với hệ qui chiếu thứ nhất.

B. HƯỚNG DẪN GIẢI BÀI TẬP SGK

Bài 10.1: Hãy tìm phát biểu sai và giải thích vì sao.

A. Quĩ đạo của một vật là tương đối, đối với các hệ qui khác nhau thì quĩ đạo của vật là khác nhau.

B. Vận tốc của vật là tương đối. Trong các hệ qui chiếu khác nhau thì vận tốc của cùng một vật là khác nhau.

C. Khoảng cách giữa hai điểm trong không gian là tương đối.

D. Tọa độ của một chất điểm phụ thuộc vào hệ qui chiếu.

Trả lời

Câu sai C. Khoảng cách giữa hai điểm trong không gian không phụ thuộc vào hệ qui chiếu.

Đáp án C

Bài 10.2: Một chiếc thuyền chuyển động ngược dòng với vận tốc 14 km/h so với mặt nước. Nước chảy với tốc độ 9 km/h so với bờ. Hỏi vận tốc của thuyền so với bờ? Một em bé đi từ đầu thuyền đến cuối thuyền với vận tốc 6 km/h so với thuyền. Hỏi vận tốc của em bé so với bờ ?

Hướng dẫn giải

Chọn chiều dương là chiều chuyển động của thuyền.

Gọi v_{t-n} là vận tốc của thuyền so với nước, v_{n-b} là vận tốc của nước so với bờ, v_{e-t} là vận tốc của em bé so với thuyền, theo đề bài ta có:

$$v_{t-n} = 14 \text{ km/h}$$

$$v_{n-b} = -9 \text{ km/h}$$

(dấu "-" xuất hiện do nước chảy ngược chiều chuyển động của thuyền)

$$v_{e-t} = -6 \text{ km/h}$$

(dấu "-" xuất hiện do em bé đi từ đầu thuyền đến cuối thuyền $\Rightarrow$ ngược chiều chuyển động của thuyền)

Vận tốc của thuyền so với bờ là: $v_{t-b} = v_{t-n} + v_{n-b} = 14 - 9 = 5$ km/h

Vận tốc của em bé so với bờ là: $v_{e-b} = v_{e-t} + v_{t-b} = -6 + 5 = -1$ km/h

Vậy vận tốc của em bé so với bờ là 1 km/h và có hướng ngược với chiều chuyển động của thuyền.

Đáp số: $v_{t-b} = 5$ km/h; $v_{e-b} = 1$ km/h

Bài 10.3: Hai bến sông A và B cách nhau 18 km theo đường thẳng. Một chiếc canô phải mất bao nhiêu thời gian để đi từ A đến B rồi trở lại ngay từ B về A ? Biết rằng vận tốc của canô khi nước không chảy là 16,2 km/h và vận tốc của dòng nước so với bờ sông là 1,5 m/s.

Hướng dẫn giải

Hai bến sông A, B cách nhau một khoảng s_{AB} bằng 18 km (= 18.000 m) theo đường thẳng.

Chọn chiều dương là chiều nước chảy.

Giả sử chuyển động từ A đến B là chuyển động xuôi dòng.

Vận tốc v_c của canô khi không có nước chảy là 16,2 km/h (= 4,5 m/s).

Vận tốc v_n của dòng nước so với bờ sông là 1,5 m/s.

Vận tốc của canô so với bờ khi chuyển động từ A đến B:

$$v_{A-B} = v_c + v_n = 4{,}5 + 1{,}5 = 6 \text{ m/s}$$

Thời gian để canô chuyển động từ A đến B là:

$$t_{A\text{-}B} = \frac{s_{AB}}{v_{A-B}} = \frac{18.000}{6} = 3.000 \text{ s}$$

Vận tốc của canô so với bờ khi chuyển động từ B đến A:

$$v_{B\text{-}A} = v_c - v_n = 4{,}5 - 1{,}5 = 3 \text{ m/s}$$

(dấu "-" xuất hiện là do khi chuyển động từ B đến A, canô chuyển động ngược với chiều dòng nước).

Thời gian để canô chuyển động từ B đến A là:

$$t_{B\text{-}A} = \frac{s_{AB}}{v_{B-A}} = \frac{18.000}{3} = 6.000 \text{ s}$$

Thời gian để canô đi từ A đến B rồi trở lại A là:

$$t_{A\text{-}B} + t_{B\text{-}A} = 3.000 + 6.000 = 9.000 \text{ s} = 2 \text{ giờ } 30 \text{ phút.}$$

Đáp số: 2 giờ 30 phút

Bài 10.4: Một người lái xuồng máy dự định mở máy cho xuồng chạy ngang con sông rộng 240 m, mũi xuồng luôn luôn vuông góc với bờ sông. Nhưng do nước chảy nên xuồng sang đến bờ bên kia tại một điểm cách bến dự định 180 m và mất 1 phút. Xác định vận tốc của xuồng so với dòng sông.

Hướng dẫn giải

Khoảng cách giữa hai bờ sông là 240 m, xuồng đến bờ cách bến một khoảng 180 m ⇒ quãng đường s xuồng đi từ bờ bên này sang bờ bên kia là:

$$s = \sqrt{240^2 + 180^2} = 300 \text{ m}$$

Xuồng đi hết quãng đường s đó trong thời gian t là 1 phút (≈ 60 s) ⇒ vận tốc của xuồng so với dòng sông là: $v = \frac{s}{t} = \frac{300}{60} = 5$ m/s

Đáp số: 5 m/s

C. BÀI TẬP LUYỆN TẬP

Bài 10.5: Một canô đi xuôi dòng nước từ địa điểm A đến B hết 15 phút. Nếu canô đi ngược dòng nước từ B về A hết 30 phút. Hỏi nếu canô tắt máy trôi theo dòng nước từ A đến B mất bao nhiêu thời gian? Coi vận tốc của canô so với dòng nước và của dòng nước so với bờ sông là không đổi.

Tóm tắt

$t_1 = 15$ phút ; $t_2 = 30$ phút ; $t_3 = ?$

Giải

Gọi v là vận tốc của canô so với dòng nước; v' là vận tốc của dòng nước so với bờ sông. Ta có :

Khi đi xuôi dòng nước : $v + v' = \frac{AB}{t_1} = \frac{AB}{15}$ (1)

Khi đi ngược dòng nước : $v - v' = \frac{AB}{t_2} = \frac{AB}{30}$ (2)

Lấy (1) trừ đi (2) , ta thu được : $2v' = AB\left(\frac{1}{15} - \frac{1}{30}\right) = \frac{AB}{30}$

Khi tắt máy trôi theo dòng nước, thời gian đi từ A đến B là :

$$t_3 = \frac{AB}{v'} = 2.30 = 60 \text{ phút} = 1 \text{ giờ}.$$

Đáp số : $t_3 = 1h$

Bài 10.6: Một ô tô A chạy đều trên một đường thẳng với vận tốc 30 km/h. Một ô tô B đuổi theo ô tô A với vận tốc 50 km/h. Xác định vận tốc của ôtô B đối với ô tô A và của ô tô A đối với ô tô B.

Tóm tắt

$v_A = 30$ km/h; $v_B = 50$ km/h; $\vec{v}_A \uparrow\uparrow \vec{v}_B$

$v_{BA} = ?$; $v_{AB} = ?$

Hướng dẫn giải

Ta có: $\vec{v}_B = \vec{V}_{BA} + \vec{v}_A \Rightarrow \vec{V}_{BA} = \vec{v}_B - \vec{v}_A$

Vì: $\vec{v}_A \uparrow\uparrow \vec{v}_B$ nên: $V_{BA} = v_B - v_A = 50 - 30 = 20$ km/h

Tương tự $\vec{v}_A = \vec{V}_{AB} + \vec{v}_B \Rightarrow \vec{V}_{AB} = \vec{v}_A - \vec{v}_B$

Vì: $\vec{v}_A \uparrow\uparrow \vec{v}_B$ nên: $V_{AB} = v_A - v_B = 30 - 50 = -20$ km/h

Đáp số: $V_{BA} = 20$ km/h; $V_{AB} = -20$ km/h

Bài 10.7: Đông ngồi trên một toa tàu chuyển động với vận tốc 10 km/h đang rời ga. Tây ngồi trên một toa tàu khác chuyển động với vận tốc 15 km/h đang vào ga. Hai đường tàu song song với nhau. Tính vận tốc của Đông đối với Tây.

Tóm tắt

$v_Đ = 10$ km/h; $v_T = 15$ km/h; $\vec{v}_N \uparrow\downarrow \vec{v}_B$

$v_{ĐT} = ?$

Hướng dẫn giải

Ta có: $\vec{v}_Đ = \vec{V}_{ĐT} + \vec{v}_T \Rightarrow \vec{V}_{ĐT} = \vec{v}_Đ - \vec{v}_T$

Vì: $\vec{v}_Đ \uparrow\downarrow \vec{v}_T$ nên: $V_{ĐT} = v_Đ + v_T = 10 + 15 = 25$ km/h

Đáp số: $V_{ĐT} = 25$ km/h

Bài 11 – SAI SỐ TRONG THÍ NGHIỆM THỰC HÀNH

A. HƯỚNG DẪN GIẢI BÀI TẬP SGK

Bài 11.1: Chọn số liệu kém chính xác nhất trong các số liệu dưới đây.
Số gia cầm của trang trại A có khoảng.

A. $1,2.10^3$ con. C. $1,23.10^3$ con.
B. 1 230 con. D. 1.10^3 con.

Đáp án: D

Bài 11.2: Dùng thước thẳng có GHĐ 20 cm và ĐCNN 0,5 cm để đo chiều dài chiếc bút máy. Nếu chiếc bút có độ dài cỡ 15 cm thì phép đo này có sai số tuyệt đối và sai số tỉ đối là bao nhiêu?

Giải

Sai số tuyệt đối của phép đo bằng $\frac{1}{2}$ ĐCNN. Tức là:

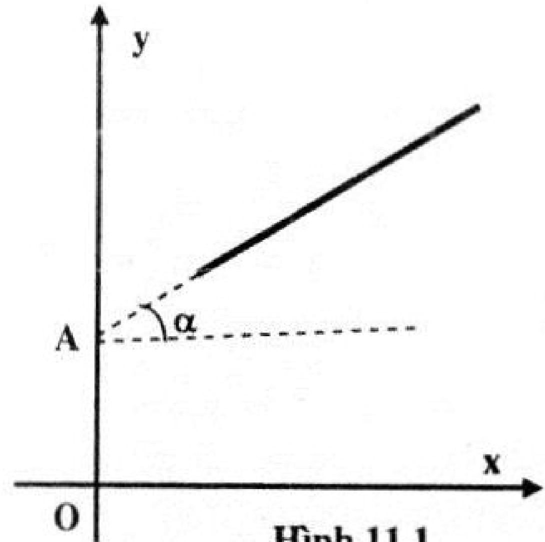
$$\Delta l = \frac{0,5}{2} = 0,25 \text{ cm}$$

Sai số tỉ đối của phép đo là:

$$\frac{\Delta l}{l} = \frac{0,25}{15} \approx 0,0167 \approx 1,67\ \%$$

Đáp số: $\Delta l = 0,25$ *cm;* $\frac{\Delta l}{l} \approx 1,67\%$

Bài 11.3: Trên đồ thị hình 11.1, nếu kéo dài đường biểu diễn ta có góc α. Nếu trục y biểu diễn vận tốc, trục hoành x biểu diễn thời gian, thì góc α và điểm A cho biết giá trị của các đại lượng nào?



Hình 11.1

Giải

Nếu trục y biểu diễn vận tốc, trục hoành x biểu diễn thời gian thì đồ thị trên là đường biểu diễn vận tốc của chuyển động nhanh dần đều có biểu thức: $v = v_0 + at$

Do đó:

Tọa độ của điểm A là $y_A = v_0$ và $a = \tan\alpha$.

B. CÂU HỎI VÀ BÀI TẬP VẬN DỤNG

Bài 11.4: Thế nào là phép đo các đại lượng vật lí?

Trả lời

Phép đo một đại lượng vật lí là phép so sánh nó với đại lượng cùng loại được qui ước làm đơn vị.

Bài 11.5: Thế nào là hệ đơn vị SI? Nêu bảy đơn vị cơ bản của hệ đơn vị SI?

Trả lời

Hệ đơn vị đo SI là hệ thống các đơn vị đo các đại lượng vật lí qui định thống nhất trên thế giới và áp dụng tại nhiều nước.

Hệ đơn vị SI có bảy đơn vị cơ bản và nhiều đơn vị dẫn xuất. Bảy đơn vị cơ bản là:

+ Độ dài: mét (m)
+ Thời gian: giây (s)
+ Khối lượng: kilôgam (kg)
+ Nhiệt độ: kenvin (K)
+ Cường độ dòng điện: ampe (A)
+ Cường độ ánh sáng: cadela (cd)
+ Lượng chất: mol (mol)

Bài 11.6: Thế nào là sai số hệ thống, sai số ngẫu nhiên? Giá trị trung bình của một đại lượng vật lí A?

Trả lời

a. ***Sai số hệ thống***

Sai số hệ thống là sai số do các đặc điểm cấu tạo của các dụng cụ đo gây ra. Thường sai số hệ thống gây bởi dụng cụ = $\frac{1}{2}$ độ chia hay một độ chia nhỏ nhất trên dụng cụ. Sai số hệ thống có tính qui luật ổn định.

b. ***Sai số ngẫu nhiên***

Là sai số do điều kiện làm thí nghiệm hay do chủ quan của người làm thí nghiệm gây ra.

c. ***Giá trị trung bình***

Giá trị trung bình của một đại lượng A: $\overline{A} = \frac{A_1 + A_2 + ... + A_n}{n}$

Trong đó: A_n = giá trị của đại lượng A ở lần đo thứ n.

Bài 11.7: Trình bày cách xác định sai số của phép đo và cách viết kết quả đo?

Trả lời

a. Cách xác định sai số của phép đo

❖ Sai số tuyệt đối của lần đo thứ n $\Delta A_n = \left|\overline{A} - A_n\right|$

❖ Sai số tuyệt đối trung bình của n lần đo

$$\overline{\Delta A} = \frac{\Delta A_1 + \Delta A_2 + ...\Delta A_n}{n}$$

❖ Sai số tuyệt đối của phép đo

Sai số tuyệt đối của phép đo = sai số ngẫu nhiên + sai số dụng cụ

$$\Delta A = \overline{\Delta A} + \Delta A'$$

Trong đó ΔA = Sai số tuyệt đối của phép đo

$\overline{\Delta A} = \frac{\Delta A_1 + \Delta A_2 + ...\Delta A_n}{n}$ = sai số ngẫu nhiên

$\Delta A'$ = sai số hệ thống gây bởi dụng cụ = $\frac{1}{2}$ độ chia hay một độ chia nhỏ nhất trên dụng cụ

b. Cách viết kết quả đo $(\overline{A} - \Delta A) < A < (\overline{A} + \Delta A)$

Hay: $A = \overline{A} \pm \Delta A$

Bài 11.8: Thế nào là sai số tỉ đối? Qui tắc tính sai số của phép đo gián tiếp?

Trả lời

a. Sai số tỉ đối

$$\text{Sai số tỉ đối} = \frac{\textit{Sai số tuyệt đối}}{\textit{Giá trị trung bình của đại lượng}}.100\%$$

$$\Rightarrow \delta A = \frac{\Delta A}{A}.100\%$$

b. Sai số của phép đo gián tiếp

Qui tắc:

- Sai số tuyệt đối của một *tổng hay hiệu* thì bằng *tổng* các sai số tuyệt đối của các số hạng.

$$\Delta(A \pm B) = \Delta A + \Delta B$$

- Sai số tỉ đối của một *tích hay thương* thì bằng *tổng* các sai số tỉ đối của các thừa số. $$\frac{\Delta(AB)}{AB} = \frac{\Delta A}{A} + \frac{\Delta B}{B}$$

$$\frac{\Delta\left(\frac{A}{B}\right)}{\left(\frac{A}{B}\right)} = \frac{\Delta A}{A} + \frac{\Delta B}{B}$$

- Sai số tỉ đối của một lũy thừa: $\frac{\Delta(A^n)}{A^n} = n.\frac{\Delta A}{A}$
- Sai số tỉ đối của một căn thức: $\frac{\Delta\sqrt[n]{A}}{\sqrt[n]{A}} = \frac{1}{n}.\frac{\Delta A}{A}$

Bài 11.9: Dùng một đồng hồ đo thời gian có độ chia nhỏ nhất 0,001 s để đo n lần thời gian rơi tự do của một vật bắt đầu từ điểm A ($v_A = 0$) đến điểm B, kết quả cho trong bảng 7.1.

n	t	Δt_n	$\Delta t'$
1	0,398		
2	0,399		
3	0,408		
4	0,410		
5	0,406		
6	0,405		
7	0,402		
TB			

a. Hãy tính thời gian rơi trung bình, sai số ngẫu nhiên, sai số dụng cụ và sai số phép đo thời gian. Phép đo này trực tiếp hay gián tiếp? Nếu chỉ đo ba lần (n = 1,2,3) thì kết quả đo bằng bao nhiêu?

b. Dùng một thước mm đo 5 lần khoảng cách s giữa hai điểm AB đều cho một giá trị như nhau bằng 798 mm. Tính sai số phép đo này và viết kết quả đo.

c. Cho công thức tính vận tốc tại B: $v = \frac{2s}{t}$

và gia tốc rơi tự do: $g = \frac{2s}{t^2}$

Dựa vào các kết quả đo ở trên và các qui tắc tính sai số đại lượng đo gián tiếp đã học, hãy tính v, g, Δv, Δg và viết các kết quả cuối cùng.

Hướng dẫn giải

a. Ta có:

n	t_n	Δt_n	Δt'
1	0,398	0,006	0,0005
2	0,399	0,005	0,0005
3	0,408	0,004	0,0005
4	0,410	0,006	0,0005
5	0,406	0,002	0,0005
6	0,405	0,001	0,0005
7	0,402	0,002	0,0005
TB	0,404	0,0037	0,0005

- Thời gian rơi trung bình: $\bar{t} = \dfrac{t_1 + t_2 + ... + t_7}{7} = 0{,}404$ (s)

  Sai số ngẫu nhiên của phép đo:

  $$\overline{\Delta t} = \frac{|\bar{t} - t_1| + |\bar{t} - t_2| + ... + |\bar{t} - t_7|}{7} = 0{,}0037 \text{ (s)}$$

  Sai số dụng cụ: Δt' = 0,0005 (s)

  Sai số phép đo thời gian: $\Delta t = \overline{\Delta t} + \Delta t' = 0{,}0042$ (s)

  Kết quả đo: $t = \bar{t} \pm \Delta t = 0{,}4040 \pm 0{,}0042$ (s)

- Nếu chỉ đo ba lần thì:

  Thời gian rơi trung bình: $\bar{t} = \dfrac{t_1 + t_2 + t_3}{3} = 0{,}4017$ (s)

  Sai số ngẫu nhiên của phép đo: $\overline{\Delta t} = \dfrac{|\bar{t} - t_1| + |\bar{t} - t_2| + |\bar{t} - t_3|}{3} = 00042$ (s)

  Sai số dụng cụ: Δt' = 0,0005 (s)

  Sai số phép đo thời gian: $\Delta t = \overline{\Delta t} + \Delta t' = 0{,}0047$ (s)

  Kết quả đo: $t = \bar{t} \pm \Delta t = 0{,}4017 \pm 0{,}0047$ (s)

- Phép đo này là trực tiếp.

b. Khoảng cách trung bình AB: $\bar{s} = \dfrac{s_1 + s_2 + ... + s_5}{3} = 798$ mm

Sai số ngẫu nhiên của phép đo: $\overline{\Delta s} = \dfrac{|\bar{s} - s_1| + |\bar{s} - s_2| + ... + |\bar{s} - s_5|}{5} = 0$

Sai số dụng cụ: Δs' = 0,50 mm

Sai số phép đo: $\Delta s = \overline{\Delta s} + \Delta s' = 0{,}50$ mm

Kết quả đo: $s = \bar{s} \pm \Delta s = 798{,}00 \pm 0{,}50$ (mm)

c. Ta có:

▪ Ta có: $\bar{v} = \frac{2\bar{s}}{\bar{t}} = \frac{2.798}{0,404} = 3950,495$ mm/s

$$\Delta v = \Delta s + \Delta t = 0,50 + 0,0042 = 0,5042 \text{ mm/s} = 0,50 \text{ mm/s}$$

$$\Rightarrow v = \bar{v} \pm \Delta v = 3950,50 \pm 0,50 \text{ (mm/s)}$$

▪ Ta có: $\bar{g} = \frac{2\bar{s}}{(\bar{t})^2} = \frac{2.798}{(0,404)^2} = 9998,453$ mm/s^2

$$\Delta g = \Delta s + 2\Delta t = 0,50 + 2 \,.\, 0,0042 = 0,5084 \text{ mm/s}^2 = 0,51 \text{ mm/s}^2$$

$$\Rightarrow g = \bar{g} \pm \Delta g = 9998,45 \pm 0,51 \text{ mm/s}^2$$

***Đáp số:** a.* $\bar{t} = 0,404$ *s;* $\overline{\Delta t} = 0,0037$ *s;* $\Delta t' = 0,0005$ *(s);* $\Delta t = 0,0042$ *(s)*
$t = 0,4017 \pm 0,0047$ *(s); b.* $\Delta s = 0,5$ *mm;* $s = 798,0 \pm 0,5$ *(mm)*
c. $\Delta v = 0,5$ *mm/s;* $v = 3950,5 \pm 0,5$ *(mm/s)*
$\Delta g = 0,51$ *mm/s*^{2}*;* $g = 9998,45 \pm 0,51$ *mm/s*^{2}

CHƯƠNG II
ĐỘNG LỰC HỌC CHẤT ĐIỂM
Bài 13 - LỰC - TỔNG HỢP VÀ PHÂN TÍCH LỰC
A. HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI

Câu 13.1: Chiếc sà lan ở hình 13.2 SGK chịu tác dụng của lực nào?

Trả lời

Chiếc sà lan chịu tác dụng của các lực:
- Lực kéo của hai xuồng máy.
- Lực đẩy Ácsimét F_A của nước.
- Trọng lực P.
- Lực ma sát nhớt giữa đáy sà lan với mặt nước.

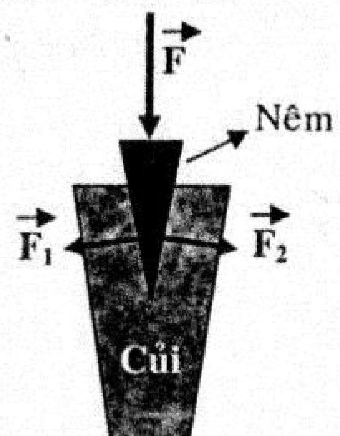
Câu 13.2: Trong dân gian trước đây thường dùng câu "vụng chẻ khoẻ nêm" để nói về tác dụng của cái nêm trong việc chẻ củi. Nêm là một miếng thép có tiết diện là một hình tam giác, được cắm vào khúc củi. Tại sao gõ mạnh búa vào nêm thì củi bị bửa ra?

Trả lời

Khi ta tác dụng một lực F vào cái nêm theo phương thẳng đứng, do cấu tạo của nêm như hình 13.1 nên lực tác dụng vào nêm bị phân tích thành hai thành phần lực F_1 và F_2 vuông góc với hai mặt nêm sao cho:

$$\vec{F} = \vec{F_1} + \vec{F_2}$$

Do phương của lực F_1, F_2 như hình 15.1 nên có tác dụng tách củi ra làm hai dễ dàng hơn khi tác dụng trực tiếp lực F vào củi không thông qua nêm. Nếu tiết diện của nêm là tam giác có góc nhọn ở đỉnh càng nhỏ thì chỉ cần lực F nhỏ cũng có thể tách củi làm hai phần. Vì vậy



Hình 13.1

người ta có câu "vụng chẻ khoẻ nêm" để nói lên tác dụng của nêm trong việc chẻ củi.

B. HƯỚNG DẪN GIẢI BÀI TẬP

Bài 13.1: Gọi F_1, F_2 là độ lớn của hai lực thành phần. F là độ lớn hợp lực của chúng. Hãy chọn câu đúng.

A. Trong mọi trường hợp F luôn luôn lớn hơn cả F_1 và F_2.

B. F không bao giờ nhỏ hơn cả F_1 và F_2.

C. Trong mọi trường hợp, F thoả mãn: $|F_1 - F_2| \le F \le F_1 + F_2$

D. F không bao giờ bằng F_1 hoặc F_2.

Trả lời

Đáp án: C

Bài 13.2: Cho hai lực đồng quy có độ lớn $F_1 = F_2 = 20$ N.

Hãy tìm độ lớn hợp lực của hai lực khi chúng hợp với nhau một góc $\alpha = 0^o, 60^o, 90^o, 120^o, 180^o$.

Vẽ hình biểu diễn cho mỗi trường hợp.

Nhận xét về ảnh hưởng của góc α đối với độ lớn của hợp lực.



Hình 13.2a

Giải

➢ *Trường hợp $\alpha = 0^o$:* hình 13.2a

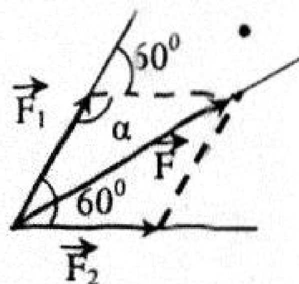
$$\vec{F} = \vec{F_1} + \vec{F_2}$$

Vì hai lực cùng phương chiều nên:

$$F = F_1 + F_2 = 20 + 20 = 40 \text{ N}$$

➢ *Trường hợp $\alpha = 60^o$:* hình 13.3b

$$\vec{F} = \vec{F_1} + \vec{F_2}$$



Hình 132b

Áp dụng hệ thức lượng trong tam giác ta có:

$$\Rightarrow F^2 = F_1^2 + F_2^2 - 2F_1F_2\cos\alpha$$

Từ hình 15.3b ta có: cos α = - cos 60^0, do đó:

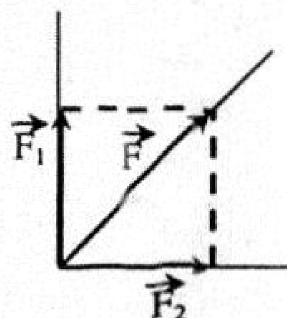
$$\Rightarrow F^2 = F_1^2 + F_2^2 + 2F_1F_2\cos 60^0$$

$$F^2 = 20^2 + 20^2 + 2.20.20.\frac{1}{2} = 1200$$

$$\Rightarrow F = 20\sqrt{3} \text{ N}$$

➢ *Trường hợp $\alpha = 90^o$:* hình 13.2c

$$\vec{F} = \vec{F_1} + \vec{F_2}$$



Hình 13.2c

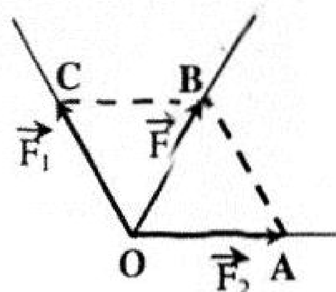
Hai lực $\vec{F_1}, \vec{F_2}$ tạo thành hai cạnh của một tam giác vuông cân nên tổng hợp lực của chúng sẽ là cạnh huyền và có độ lớn:

$$F_{hl} = \sqrt{F_1^2 + F_2^2} = \sqrt{20^2 + 20^2} = 20\sqrt{2} \text{ N}$$

➢ *Trường hợp $\alpha = 120^o$:*

$$\vec{F} = \vec{F_1} + \vec{F_2}$$

Các lực được tổng hợp như trên hình 13.2d



Hình 13.2d

Nhìn trên hình vẽ ta thấy OABC là hình thoi (vì hình bình hành có hai cạnh kề bằng nhau là hình thoi). Do đó tam giác OBC là tam giác đều từ đó ta có $F = F_1 = F_2 = 20$ N

➤ *Trường hợp $\alpha = 180^\circ$*: hình 13.2e



Hình 13.2e

Ta thấy hai lực $\vec{F_1}$ và $\vec{F_2}$ cùng phương, cùng độ lớn và ngược chiều do đó hợp lực của chúng bằng không.

$$F = F_1 - F_2 = 0$$

- Nhận xét về ảnh hưởng của góc α đối với độ lớn của hợp lực: góc α càng bé thì hợp lực càng lớn.

Đáp số: F = 40N; $20\sqrt{3}$ N ; $20\sqrt{2}$ N ; *20 N; 0*

Bài 13.3: Cho hai lực đồng qui có độ lớn $F_1 = 16$ N và $F_2 = 12$ N.

a. Hợp lực của chúng có thể có độ lớn 30 N hoặc 3,5 N được không?

b. Cho biết độ lớn của hợp lực là F = 20 N. Hãy tìm góc giữa hai lực $\vec{F_1}$ và $\vec{F_2}$.

Trả lời

a. Hợp lực luôn thỏa: $|F_1 - F_2| \le F \le F_1 + F_2$

$$4\text{ N} \le F \le 28\text{ N}$$

Do đó F = 30 N hoặc F = 3,5 N không thể là hợp lực của hai lực trên.

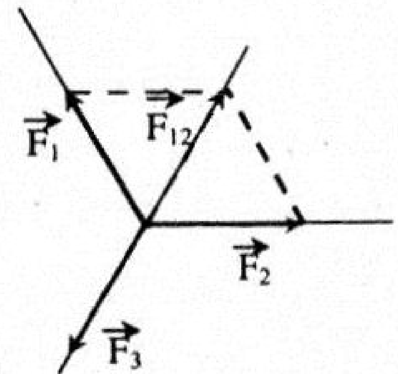
b. Tương tự hình 153b, gọi α là góc tạo bởi hai lực $\vec{F_1}$ và $\vec{F_2}$. Theo qui tắc cộng vec tơ ta có: $\vec{F} = \vec{F_1} + \vec{F_2} \Rightarrow F^2 = F_1^2 + F_2^2 + 2F_1F_2\cos\alpha$

$$\Rightarrow \cos\alpha = \frac{F^2 - F_1^2 - F_2^2}{2F_1F_2} = \frac{20^2 - 16^2 - 12^2}{2.16.12} = 0 \Rightarrow \alpha = 90^\circ$$

Đáp số: a. không; b. $\alpha = 90^\circ$

Bài 13.4: Cho ba lực đồng qui cùng nằm trong một mặt phẳng, có độ lớn bằng nhau và từng đôi một làm thành một góc 120° hình 13.3. Tìm hợp lực của chúng.

Giải



Hình 13.3

Gọi ba lực đó lần lượt là $\vec{F_1}$, $\vec{F_2}$, $\vec{F_3}$ tổng hợp lực của chúng là: $\vec{F} = \vec{F_1} + \vec{F_2} + \vec{F_3}$

Đầu tiên ta tổng hợp hai lực $\vec{F_1}$ và $\vec{F_2}$, ta có:

$$\vec{F_{12}} = \vec{F_1} + \vec{F_2}$$

Tương tự câu 15,3d đã chứng minh $F_{12} = F_1 = F_2$, và $\vec{F_{12}}$ hợp với $\vec{F_1}$ một góc 60° hay $\vec{F_{12}}$ cùng phương với $\vec{F_3}$.

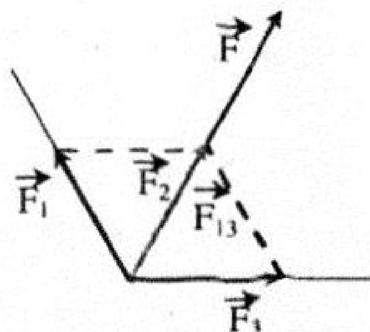
Ta lại có: $F_3 = F_1 \Rightarrow F_3 = F_{12}$

Hai vec tơ $\vec{F_3}$ và $\vec{F_{12}}$ cùng độ lớn cùng phương nhưng ngược chiều nên tổng hợp lực của chúng bằng không.

Vậy: $\vec{F} = \vec{F_1} + \vec{F_2} + \vec{F_3} = 0$

Đáp số: $F_{hl} = 0$

Bài 13.5: Hãy dùng qui tắc hình bình hành và qui tắc đa giác để tìm hợp lực của ba lực $\vec{F}_1$, $\vec{F}_2$ và $\vec{F}_3$ có độ lớn bằng nhau và nằm trong cùng một mặt phẳng. Biết rằng lực $\vec{F}_2$ làm thành với hai lực $\vec{F}_1$ và $\vec{F}_3$ những góc đều nhau là 60^o như hình 13.4.



Hình 13.4

Giải

Cho biết: $F_1 = F_2 = F_3 = F$

Ban đầu ta tính hợp lực của hai vec tơ $\vec{F}_1$ và $\vec{F}_3$ ta có: $\vec{F}_{13} = \vec{F}_1 + \vec{F}_3$

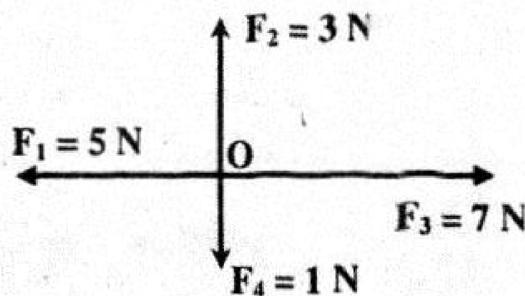
Theo như đã chứng minh ở câu 13.3d, hai lực bằng nhau, hợp với nhau một góc 120^o thì hợp lực của chúng có độ lớn bằng chính hai lực đó và có phương hợp với hai lực đó một góc 60^o.

Do đó mà $\vec{F}_{13}$ cùng phương cùng độ lớn và cùng chiều với $\vec{F}_2$.

Cuối cùng ta có: $\vec{F}_{hl} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 = 2\vec{F}$

Đáp số: $\vec{F}_{hl} = 2\vec{F}$

Bài 13.6: Tìm hợp lực của bốn lực đồng qui trong hình 13.5.



Hình 13.5

Giải

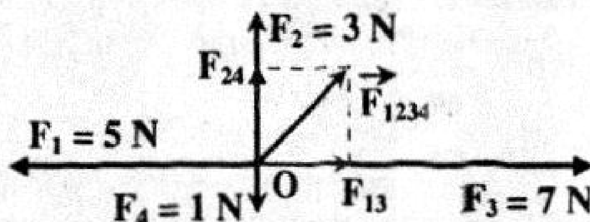
Vì F_1 và F_3 cùng phương nên ta tổng hợp hai vec tơ này trước.

$$F_{13} = F_3 - F_1 = 7 - 5 = 2\text{ N}$$

Tương tự ta tổng hợp F_2 và F_4

$$F_{24} = F_2 - F_4 = 3 - 1 = 2\text{ N}$$

Nhìn trên hình 13.5a ta thấy F_{13} có phương chiều trùng với F_3, F_{24} có phương chiều trùng với F_2. Do đó F_{13} vuông góc với F_{24}.



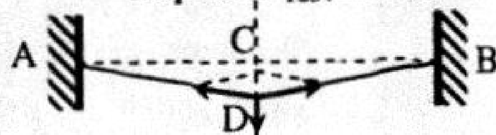
Hình 13.5a

Tổng hợp lực của bốn lực trên bằng:

$$F_{1234} = \sqrt{F^2_{13} + F^2_{24}} = \sqrt{2^2 + 2^2} = 2\sqrt{2}\text{ N}$$

Đáp số: $F_{1234} = 2\sqrt{2}$ N

Bài 13.7: Một chiếc mắc áo treo vào điểm chính giữa của dây thép AB. Khối lượng tổng cộng của mắc và áo là 3 kg hình 13.6. Biết AB = 4 m; CD = 10 cm. Tính lực kéo của mỗi nửa sợi dây.



Hình 13.6

Giải

Trọng lực tác dụng vào mắc áo: P = mg = 10 . 3 = 30 N

Vì mắc áo ở vị trí cân bằng do đó tổng hợp lực tác dụng vào nó bằng không: $\vec{P} + \vec{T}_1 + \vec{T}_2 = 0$

Chiếu phương trình trên lên phương thẳng đứng chiều dương hướng xuống dưới ta có: $P - T_1.\cos\alpha - T_2\cos\alpha = 0$ (1)

Trong đó α là góc ADC

$$\cos\alpha = \frac{CD}{AD} = \frac{CD}{\sqrt{AC^2 + DC^2}}; \cos\alpha = \frac{10}{\sqrt{\left(\frac{400}{2}\right)^2 + 10^2}} = 0{,}05 \quad (2)$$

Thế (2) vào (1) ta được: $P - 0{,}05.T_1 - 0{,}05T_2 = 0$

Mà móc áo treo vào chính giữa sợi dây nên lực căng dây trên hai nửa sợi dây bằng nhau hay $T_1 = T_2 = T \Rightarrow P - 2.0{,}05.T = 0$

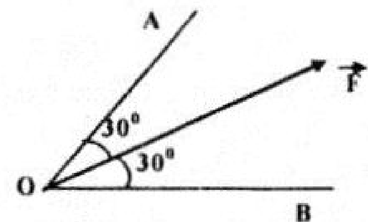
$$\Rightarrow T = \frac{P}{2.0{,}05} = \frac{30}{2.0{,}05} = 300\text{ N}$$

Vậy lực kéo của mỗi nửa sợi dây bằng 300 N.

Đáp số: T = 300 N

C. BÀI TẬP VẬN DỤNG

Bài 13.8: Phân tích lực $\vec{F}$ thành hai lực $\vec{F_1}$ và $\vec{F_2}$ theo hai phương OA và OB hình 13.7. Cho biết độ lớn của hai lực thành phần này?

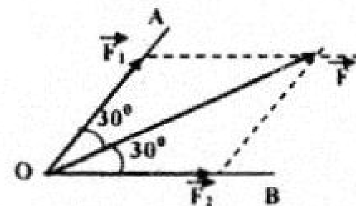


Hình 13.7

Hướng dẫn giải

Từ hình 13.7a ta có: ΔOAF là tam giác cân có hai góc đáy bằng 30^0. Do đó:

$$F_1 = F_2 = \frac{F}{2.\cos30^0} = 0{,}58F$$



Hình 13.7a

Đáp số: $F_1 = 0{,}58F$

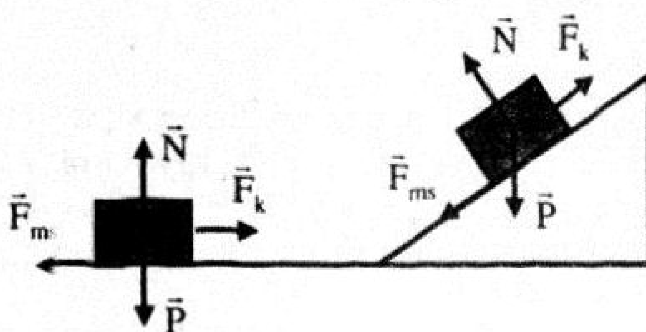
Bài 13.9: Một ô tô chuyển động trên đường nằm ngang với một lực kéo là F_k. Sau đó nó lên một dốc nghiêng 30^0 so với phương ngang.

a. Em hãy vẽ các lực tác dụng lên xe. Biết rằng lực ma sát là đáng kể.

b. Trên mặt phẳng nghiêng xe tắt máy dừng lại. Viết biểu thức của các lực cân bằng nhau.

Hướng dẫn giải

a. Các lực tác dụng lên xe gồm:



Hình 13.8

- Trọng lực $\vec{P}$ thẳng đứng hướng xuống: P = mg
- Phản lực $\vec{N}$ hướng vuông góc với mặt đường.
- Lực ma sát $\vec{F}_{ms}$ hướng cùng phương và ngược chiều chuyển động.
- Lực kéo của động cơ xe $\vec{F}_k$.

Các lực tác dụng lên xe như hình 13.8.

b. Trên mặt phẳng nghiêng xe tắt máy, lực kéo $F_k = 0$, khi đó chỉ còn ba lực cân bằng nhau : $\vec{P} + \vec{N} + \vec{F}_{ms} = 0$

Bài 14 - ĐỊNH LUẬT I NIU – TƠN

A. HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI

Câu 14.1: Tại sao ở nhiều nước lại bắt buộc người lái xe và những người ngồi trong xe khoác một vòng dây qua ngực, hai đầu móc vào ghế ngồi?

Trả lời

Vì khi xe chuyển động, nó thay đổi vận tốc liên tục, đôi khi rất đột ngột gây ra một lực quán tính làm cho những người ngồi trên xe dễ bị va đập vào thành xe hoặc những vật cứng xung quanh hay văng ra khỏi xe gây nguy hiểm đến tính mạng của hành khách. Vòng dây khoác qua ngực sẽ giữ cho người ngồi trên xe không bị ngã chúi đầu về phía trước mỗi khi xe thắng gấp đồng thời giữ cho hành khách không bị nghiêng ngả ra hai bên mỗi khi xe quẹo qua khúc quanh.

Câu 14.2: Xe ô tô rẽ quặt sang phải, người ngồi trong xe bị xô về phía nào? Tại sao?

Trả lời

Khi xe quặt sang phải thì người ngồi trong xe bị xô về phía trái. Vì khi xe bất ngờ rẽ sang phải nhưng người ngồi trong xe thì theo quán tính vẫn chuyển động thẳng về phía trước nên bị xô về phía bên trái.

Câu 14.3: Muốn giũ bụi ở quần áo, tra búa vào cán, ta làm động tác như thế nào? Tại sao lại làm như vậy?

Trả lời

Muốn giũ bụi ở quần áo ta cầm một đầu quần hoặc áo vẩy mạnh, những hạt bụi bám trên quần áo theo quán tính đang đứng yên không kịp chuyển động theo quần áo, vì vậy bị văng khỏi quần áo.

Còn khi tra búa vào cán thì ta dựng cán búa đứng lên cầm vào một đầu cán nện mạnh xuống đất, đầu búa nhờ thế mà nén chặt vào cán. Vì khi búa và cán đang cùng chuyển động, gặp mặt đất chặn đột ngột nên cán búa dừng bị dừng lại ngay, nhưng đầu búa theo quán tính vẫn tiếp tục đi xuống nên cắm sâu vào cán búa. Cứ làm như thế khoảng vài lần thì đầu búa sẽ gắn chặt vào cán.

Câu 14.4: Bút máy bị tắc mực, ta có thể làm thế nào cho mực ra được mà không phải tháo thân bút?

Trả lời

Bút tắc là do có một cục mực chặn trên đường lưu thông không cho mực chảy ra ngòi bút. Khi đó, ta có thể cầm bút máy vẩy mạnh, cục mực tắc mực đang nằm yên trong bút do quán tính không kịp chuyển động theo bút nên bị văng khỏi bút làm cho mực trong bút lại lưu thông được bình thường.

Câu 14.5: Tại sao một vận động viên muốn đạt thành tích cao về môn nhảy xa thì lại phải luyện tập chạy nhanh?

Trả lời

Vận động viên muốn nhảy được cao thì phải tạo "đà" lớn để thắng "sức ì" đẩy người bay lên cao. Để làm được điều đó thì trước khi dậm nhảy cao vận tốc của vận động viên phải rất lớn để có đà bay lên. Vì vậy các vận động viên phải tập chạy nhanh để có được vận tốc lớn.

Câu 14.6: Rất nhiều tai nạn giao thông đều có nguyên nhân vật lí là quán tính. Em hãy tìm một số ví dụ về điều đó và nêu cách phòng tránh tai nạn trong những trường hợp như thế.

Trả lời

Khi xe ôtô chuyển động qua một khúc cua gắt mà có vận tốc lớn, do quán tính xe rất dễ bị văng khỏi đường cua gây tai nạn nguy hiểm. Để phòng tránh những tai nạn như thế thì tài xế phải giảm tốc độ từ từ cho phù hợp, khi qua những khúc cua không nên thắng xe gấp dễ làm cho xe văng khỏi đường cua hay bị lật nhào.

Một ví dụ khác như một xe tải đang chạy rất nhanh trên một đoạn đường thẳng thì một chiếc ô tô con từ trong một đường nhánh khác rẽ vào, mặc dù xe tải đã thắng một lực rất lớn và xe bị trượt một đoạn rất xa nhưng vẫn không thể nào tránh được chiếc ô tô con và hai xe đâm vào nhau. Để phòng tránh trường hợp này thì cả hai xe phải quan sát từ xa, chạy với một tốc độ cho phép trên những đoạn đường có nhiều ngã rẽ, mặt đường không được quá trơn để lực ma sát giữa mặt đường và bánh xe lớn hơn nhằm tăng ma sát.

Câu 14.7: Hãy tìm thêm ví dụ trong thực tế về "tính ì" và "đà" của các vật.

Trả lời

Ví dụ về "tính ì": hai người cùng ngồi trên một chiếc xe máy đang đứng yên. Người lái chợt rồ máy tăng ga mạnh, chiếc xe lao về phía trước thì người ngồi phía sau có thể bị giật ngã người ra phía sau.

Ví dụ về "đà": một xe đang chuyển động với vận tốc lớn đột ngột hãm phanh thì người ngồi trên xe đang có đà lớn rất dễ bị văng về phía trước.

B. HƯỚNG DẪN GIẢI BÀI TẬP SGK

Bài 14.1: Chọn câu đúng

Nếu một vật đang chuyển động mà tất cả các lực tác dụng vào nó bỗng nhiên ngừng tác dụng thì:

A. Vật lập tức dừng lại

B. Vật chuyển động chậm dần rồi dừng lại

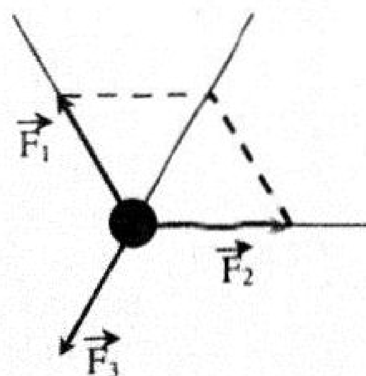
C. Vật chuyển động chậm dần trong một thời gian, sau đó sẽ chuyển động thẳng đều.

D. Vật chuyển ngay sang trạng thái chuyển động thẳng đều.

Trả lời

Đáp án: D

C. BÀI TẬP LUYỆN TẬP



Hình 14.1

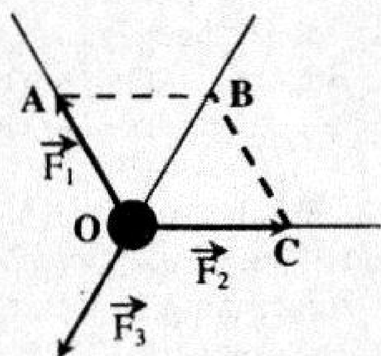
Bài 14.2: Trên hình 14.1 vẽ các lực tác dụng lên một vật ban đầu đứng yên. Biết các lực có cùng độ lớn và từng đôi một hợp với nhau một góc 120°. Hỏi sau đó vật sẽ chuyển động như thế nào?

Giải

Tổng hợp lực tác dụng vào vật: $\vec{F} = \vec{F_1} + \vec{F_2} + \vec{F_3}$

Đầu tiên ta tổng hợp hai lực $\vec{F_1}$ và $\vec{F_2}$, ta có:

$$\vec{F}_{12} = \vec{F_1} + \vec{F_2}$$



Hình 14.1a

Vì $F_1 = F_2$ nên ABCO là hình bình thoi (hình 16.1a), F_{12} là đường chéo của hình thoi nên nó là đường phân giác của góc AOC.

$\Rightarrow \vec{F}_{12}$ hợp với $\vec{F_1}$ một góc 60°.

Góc hợp bởi F_{12} và F_3 là: $\beta = 60° + 120° = 180°$

Hay $\vec{F}_{12}$ cùng phương ngược chiều với $\vec{F}_3$.

Ta lại có: $F_3 = F_1 \Rightarrow F_3 = F_{12}$

Hai vec tơ $\vec{F}_3$ và $\vec{F}_{12}$ cùng độ lớn cùng phương nhưng ngược chiều nên tổng hợp lực của chúng bằng không.

Vậy: $\vec{F} = \vec{F_1} + \vec{F_2} + \vec{F}_3 = 0$

Các lực tác dụng vào vật bằng không và ban đầu vật nằm yên nên nó sẽ nằm yên mãi mãi.

Bài 14.3: Tính lực kéo F_k để kéo một thang máy có khối lượng m = 500 kg chuyển động lên đều.

Tóm tắt

m = 500 kg; F_k =?

Hướng dẫn giải

Các lực tác dụng vào thang máy gồm trọng lực $\vec{P}$ và lực kéo $\vec{F_k}$. Để thang máy chuyển động đều thì: $\vec{F}_k + \vec{P} = \vec{0} \Rightarrow F_k = P = mg$

$$\Rightarrow F_k = mg = 500 . 10 = 5\,000 \text{ N}$$

Đáp số: F_k = 5 000 N

Bài 14.4: Một người kéo một gàu nước lên đều với lực kéo F_k = 60 N. Tính khối lượng của gàu nước? Cho g = 10 m/s^2.

Hướng dẫn giải

Các lực tác dụng vào gàu nước gồm trọng lực $\vec{P}$ và lực kéo $\vec{F_k}$. Để gàu nước chuyển động đều thì: $\vec{F}_k + \vec{P} = \vec{0} \Rightarrow F_k = P = mg$

$$\Rightarrow m = \frac{F_k}{g} = \frac{50}{10} = 6 \text{ kg}$$

Đáp số : m = 6 kg

Bài 15 - ĐỊNH LUẬT II NIU – TƠN

A. HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI

Câu 15.1: Phát biểu định luật II niutơn?

Trả lời

- Phát biểu: gia tốc của một vật luôn cùng chiều với lực tác dụng lên vật. Độ lớn của gia tốc tỉ lệ thuận với lực tác dụng lên vật và tỉ lệ nghịch với khối lượng của nó:
- Biểu thức: $\vec{a} = \frac{\vec{F}}{m}$

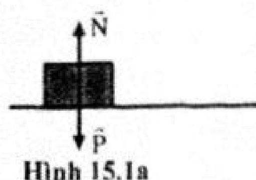
Câu 15.2: Hệ lực cân bằng là gì?

- Vẽ hình minh hoạ trong trường hợp hai lực cân bằng nhau. Giá, chiều và độ lớn của chúng phải thoả mãn điều kiện gì?
- Vẽ hình minh hoạ trong trường hợp ba lực cân bằng nhau. Giá của chúng phải thoả mãn điều kiện gì?

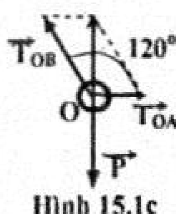
Trả lời

- Hệ lực cân bằng là tổng các lực tác dụng lên hệ vật bằng không.
- Vẽ hình minh hoạ trong trường hợp hai lực cân bằng nhau: một vật nhỏ có khối lượng m được đặt trên một mặt sàn nằm ngang. Trọng lực P tác dụng lên vật cân bằng với phản lực của mặt sàn. Hai lực này có cùng giá, ngược chiều nhau và có độ lớn bằng nhau (hình 15.1a)
- Vẽ hình minh hoạ trong trường hợp ba lực cân bằng nhau: một vật có khối lượng m được treo vào một giá treo như hình 15.1b. Ba lực: lực căng dây T_{OB} ; lực căng dây T_{OA} và trọng lực của vật cân bằng nhau. Tổng hợp lực của hai lực này phải có độ lớn và giá bằng lực kia, nhưng có chiều ngược lại (hình 15.1c).

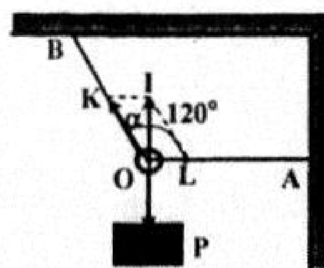
Câu 15.3: Quan sát bức ảnh chụp quả bóng bay trong bài, kể ra các lực tác dụng lên quả bóng?



Hình 15.1a



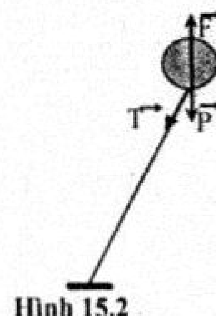
Hình 15.1c



Hình 15.1b

Trả lời

Các lực tác dụng lên quả bóng gồm lực căng của dây, trọng lực tác dụng lên quả bóng và lực Ác-si-mét của không khí. Xem hình 15.2.



Hình 15.2

Câu 15.4: Hãy tìm các ví dụ thực tế nói lên: vật nào có khối lượng càng lớn thì có quán tính càng lớn.

Trả lời

Một chiếc xe tải khi xuống dốc khó thắng để dừng lại hơn một ô tô con khi xuống dốc; Ngược lại, khi lên dốc xe tải khó lên dốc hơn ô tô con. Hoặc một đoàn tàu khi hãm đột ngột sẽ khó dừng lại hơn so với một mình đầu tàu.

Câu 15.5: Tại sao máy bay càng nặng thì đường băng càng phải dài.

Trả lời

Máy bay càng nặng quán tính càng lớn nên gia tốc càng nhỏ. Khi cất cánh, máy bay chỉ có thể tăng tốc từ từ mới đạt được vận tốc đủ lớn có thể cất cánh. Ngược lại, khi hạ cánh máy bay chỉ giảm được tốc độ từ từ mới dừng lại được. Vì vậy đường băng phải dài.

B. HƯỚNG DẪN GIẢI BÀI TẬP

Bài 15.1: Chọn câu đúng

A. Không có lực tác dụng thì các vật không thể chuyển động được.

B. Một vật bất kì chịu tác dụng của một lực có độ lớn tăng dần thì chuyển động nhanh dần.

C. Một vật có thể chịu tác dụng đồng thời của nhiều lực mà vẫn chuyển động thẳng đều.

D. Không vật nào có thể chuyển động ngược chiều với lực tác dụng lên nó.

Trả lời

Đáp án: C

Bài 15.2: Một vật có khối lượng 2,5 kg, chuyển động với gia tốc 0,05 m/s^2. Tính lực tác dụng vào vật.

Giải

Theo định luật II Niu tơn lực tác dụng lên vật:

$$F = ma = 2,5 .0,05 = 0,125 \text{ N}$$

Đáp số: F = 0,125 N

Bài 15.3: Một vật có khối lượng 50 kg, bắt đầu chuyển động nhanh dần đều và sau khi được 50 cm thì có vận tốc 0,7 m/s. Tính lực tác dụng vào vật.

Tóm tắt

$m = 50$ kg; $v_o = 0$; $v_t = 0,7$ m/s; $s = 50$ cm $= 0,5$ m; F?

Giải

Theo định luật II Niu tơn lực tác dụng lên vật : F = ma

Gọi v_o là vật tốc ban đầu, v_s là vận tốc lúc sau.

$$v^2_s - v_0^2 = 2as \Rightarrow a = \frac{v_s^2 - v^2_0}{2s} = \frac{0,7^2 - 0^2}{2.0,5} = 0,49 \, m/s^2$$

$$F = m.a = 0,49.50 = 24,5 \text{ N}$$

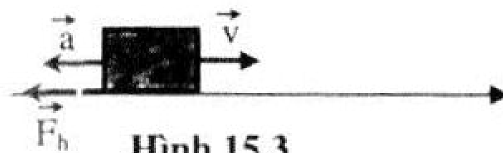
Đáp số: F = 24,5 N

Bài 15.4: Một máy bay phản lực có khối lượng 50 tấn, khi hạ cánh chuyển động chậm dần đều với gia tốc 0,5 m/s^2. Hãy tính lực hãm. Biểu diễn trên cùng một hình các vectơ vận tốc, gia tốc, lực.

Tóm tắt

$m = 50$ tấn $= 50.10^3$ kg; $a = - 0,5$ m/s^2; $F_h = ?$

Giải



Hình 15.3

Chọn chiều chuyển động là chiều dương.

Lực hãm máy bay:

$F_h = m.a = 50.10^3.(-0,5) = -25\ 000$ N

(lực hãm ngược chiều chuyển động của máy bay).

Biểu diễn các vectơ vận tốc, gia tốc, lực trên hình 15.3.

Đáp số: F_h = - 25 000 N

Bài 15.5: Có hai vật mỗi vật bắt đầu chuyển động dưới tác dụng của một lực. Hãy chứng minh rằng những quãng đường mà hai vật đi được trong cùng một thời gian sẽ:

a. Tỉ lệ thuận với các lực tác dụng nếu khối lượng của hai vật bằng nhau.

b. Tỉ lệ nghịch với các khối lượng nếu hai lực có độ lớn bằng nhau.

Giải

a. Quãng đường tỉ lệ thuận với các lực tác dụng nếu khối lượng của hai vật bằng nhau:

Xét vật thứ nhất ta có: $v_{01} = 0$; $F_1 = ma_1$

$$s_1 = v_{01} + \frac{a_1t^2}{2} = \frac{a_1t^2}{2} \quad (1)$$

$$\Rightarrow s_1 = \frac{\frac{F_1}{m}t^2}{2} \quad (1')$$

Xét vật thứ hai ta có: $v_{02} = 0$; $F_2 = ma_2$

$$S_2 = v_{02} + \frac{a_2t^2}{2} = \frac{a_2t^2}{2} \quad (2)$$

$$\Rightarrow s_2 = \frac{\frac{F_2}{m}t^2}{2} \quad (2')$$

Lấy (1') chia (2') ta có: $\frac{s_1}{s_2} = \frac{F_1}{F_2}$ **(ĐPCM)**

$\Rightarrow$ quãng đường vật đi được sẽ tỉ lệ thuận với lực tác dụng.

b. Quãng đường tỉ lệ nghịch với các khối lượng nếu hai lực có độ lớn bằng nhau:

Tương tự, ta có: $F_1 = f_2 = F \Rightarrow s_1 = \frac{\frac{F}{m_1}t^2}{2}$ (1) ; $s_2 = \frac{\frac{F}{m_2}t^2}{2}$ (2)

Lấy (1) chia (2) ta có: $\frac{s_1}{s_2} = \frac{m_2}{m_1}$ **(ĐPCM)**

$\Rightarrow$ quãng đường vật đi được sẽ tỉ lệ nghịch với các khối lượng của nó nếu lực tác dụng vào chúng như nhau.

Bài 15.6: Một ô tô không chở hàng có khối lượng 2 tấn, khởi hành với gia tốc 0,3 m/s^2. Ô tô đó khi chở hàng khởi hành với gia tốc 0,2 m/s^2. Biết rằng

hợp lực tác dụng vào ô tô trong hai trường hợp đều bằng nhau. Tính khối lượng của hàng hoá trên xe.

Tóm tắt

$m_1 = 2$ tấn $= 2\,000$ kg; $a_1 = 0,3$ m/s^2

$a_2 = 0,2$ m/s^2; $F_1 = F_2$; $\Delta m = ?$

Giải

Lực tác dụng lên ô tô khi chưa chở hàng: $F_1 = m_1a_1$

Lực tác dụng lên ô tô khi có chở hàng hoá: $F_2 = m_2a_2$

Vì ô tô khởi động bằng hai lực như nhau nên: $F_1 = F_2 \Leftrightarrow m_1a_1 = m_2a_2$

$$\Rightarrow m_2 = \frac{2000.0,3}{0,2} = 3000 \text{ kg} = 3 \text{ tấn}$$

Vậy khối lượng hàng hoá trên xe là: $\Delta m = m_2 - m_1 = 3 - 2 = 1$ tấn

Đáp số: Δm = 1 tấn

C. BÀI TẬP LUYỆN TẬP

Bài 15.7: Một vật có khối lượng m = 2 kg đang chuyển động trên mặt sàn nằm ngang dưới tác dụng của lực kéo F_k song song với mặt bàn. Lực cản lên vật bằng 10% trọng lượng của vật. Cho g = 10 m/s^2. Tính gia tốc của vật trong hai trường hợp sau:

a. $F_k = 2$ N b. $F_k = 4$ N

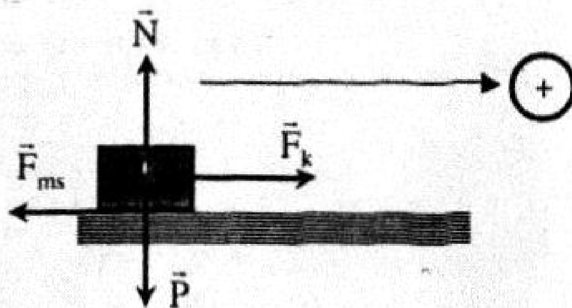
Hướng dẫn giải

Các lực tác dụng vào vật được minh họa như hình 15.4.

$$\vec{F}_C + \vec{N} + \vec{P} + \vec{F}_k = m\vec{a}$$

Chiếu các lực trên lên trục toạ độ song song với mặt bàn và chiều dương là chiều chuyển động ta có: $-F_C + F_k = ma$

$$\Rightarrow a = \frac{F_k - F_C}{m} = \frac{F_k - 0,1mg}{m}$$



Hình 15.4

a. Gia tốc của vật khi lực kéo bằng 2 N:

$$\Rightarrow a = \frac{2 - 0,1.2.10}{2} = 0$$

Vậy khi lực kéo bằng 2 N thì vật chuyển động thẳng đều.

b. Gia tốc của vật khi lực kéo bằng 4 N: $\Rightarrow a = \frac{4 - 0,1.2.10}{2} = 1 \text{ m/s}^2$

Vậy khi lực kéo bằng 4 N thì vật chuyển động nhanh dần đều.

Đáp số: a) a = 0; b) a = 1 m/s²

Bài 15.8: Người ta truyền cho một vật ở trạng thái nghỉ một lực F thì sau 1 giây thì vật này tăng vận tốc lên được 0,5 m/s. Nếu giữ nguyên hướng của lực mà tăng gấp đôi độ lớn lực tác dụng vào vật thì sau 15 giây vật có vận tốc là bao nhiêu?

Tóm tắt

$F_1 = F$; $t_1 = 1$s; $v_0 = 0$; $v_1 = 0,5$ m/s; $F_2 = 2F$; t = 15 s

$v_t = ?$

Hướng dẫn giải

Khi tác dụng vào vật một lực F_1 thì ta có phương trình sau:

$$F_1 = ma_1 \qquad (1)$$

Với: $v_1 = v_0 + a_1t_1 \Rightarrow a_1 = \frac{v_1 - v_0}{t_1} = 0,5\ m/s^2$

Khi tác dụng vào vật một lực F_2 thì ta có phương trình sau:

$$F_2 = ma_2 \qquad (2)$$

Lấy (1) chia cho (2) vế theo vế ta có: $\frac{F_1}{F_2} = \frac{ma_1}{ma_2} = \frac{a_1}{a_2} \Leftrightarrow \frac{F}{2F} = \frac{0,5}{a_2}$

$$\Rightarrow a_2 = 0,5.2 = 1\ m/s^2$$

Vận tốc của vật sau 15 s là: $v_t = v_0 + a_2t = 0 + 1.15 = 15\ m/s$

***Đáp số:** $v_t = 15\ m/s$*

Bài 16 - ĐỊNH LUẬT III NIU – TƠN

A. HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI

Câu 16.1: Khi đi bộ xa hoặc leo núi, ta chống gậy thì đỡ mỏi chân. Tại sao?

Trả lời

Vì khi ta chống gậy tức là ta dùng gậy tác dụng một lực F_1 lên trên mặt đất và theo định luật III Niu-tơn, mặt đất sẽ tác dụng ngược lại một lực F_2 bằng độ lớn với F_1, và chính lực F_2 này nâng người mình lên làm cho áp lực của người đè trên mặt đất nhẹ đi, vì thế ta đỡ mỏi chân hơn.

Câu 16.2: Tìm hiểu tác dụng của cái bàn đạp mà các vận động viên chạy cự li ngắn thường dùng khi xuất phát?

Trả lời

Khi vận động viên tác dụng một lực đẩy lên bàn đạp thì bàn đạp cũng tác dụng ngược lại vận động viên một lực như thế, lực này làm lực phát động cho người vận động viên lao nhanh về phía trước.

Câu 16.3: Khi chèo thuyền, muốn cho thuyền tiến hoặc lùi, phải làm thế nào?

Trả lời

Khi chèo thuyền muốn cho thuyền tiến về phía trước thì mái chèo phải đẩy về phía sau, vì khi đẩy mái chèo về phía sau với một lực F thì nước sẽ tác dụng lại mái chèo một lực F hướng về phía trước làm thuyền tiến lên phía trước. Tương tự muốn thuyền lùi ra phía sau thì ta đẩy mái chèo về phía trước.

Câu 16.4: An và Bình đi giày patanh, mỗi người cầm một đầu sợi dây. Hỏi hai bạn chuyển động như thế nào nếu:

a. Hai người cùng kéo dây về phía mình.
b. An giữ nguyên một đầu dây, chỉ có Bình kéo.

Trả lời

a. Hai người cùng kéo dây về phía mình thì hai người đều chuyển động về phía nhau.

Vì khi An kéo dây thì tạo thành lực F_1 có điểm đặt lên đầu dây A chỗ tay An cầm dây. Lực này hướng theo chiều từ Bình sang An và có tác dụng kéo Bình về phía

An. Ngược lại, lực này sinh một phản lực F_1'có điểm đặt tại đầu B chỗ tay Bình cầm dây. Lực này hướng theo chiều từ An sang Bình và có tác dụng kéo An về phía Bình.

Mặt khác, khi Bình kéo dây thì tạo thành lực F_2 có điểm đặt lên đầu dây B chỗ tay Bình cầm dây. Lực này hướng theo chiều từ An sang Bình và có tác dụng kéo An về phía. Ngược lại, lực này sinh một phản lực F_2' có điểm đặt tại đầu A chỗ tay An cầm dây. Lực này hướng theo chiều từ Bình sang An và có tác dụng kéo Bình về phía An.

⇒ Hai người cùng kéo sẽ làm cho hai người đều chuyển động về phía nhau.

b. Nếu An giữ nguyên một đầu dây, chỉ có Bình kéo, tương tự lí luận ở câu a) Hai người vẫn chuyển động về phía nhau, chỉ có lực kéo nhỏ hơn trường hợp trên.

Câu 16.5: Tìm thêm ví dụ thực tế về sự tương tác giữa các vật?

Trả lời

Va chạm giữa hai viên bi da, quả bóng đập vào tường, dùng búa đóng đinh vào tường...

B. HƯỚNG DẪN GIẢI BÀI TẬP

Bài 16.1: (Xác định khối lượng dựa vào tương tác)

Xe lăn 1 có khối lượng $m_1 = 400$ g, có gắn một lò xo. Xe lăn 2 có khối lượng m_2. Ta cho hai xe áp gần nhau bằng cách buộc dây để nén lò xo (Hình 16.2). Khi đốt dây buộc, lò xo dãn ra và sau một thời gian Δt rất ngắn, hai xe đi về hai phía ngược nhau với vận tốc có độ lớn $v_1 = 1,5$ m/s; $v_2 = 1$ m/s. Tính m_2. (Bỏ qua ảnh hưởng của ma sát trong thời gian Δt).

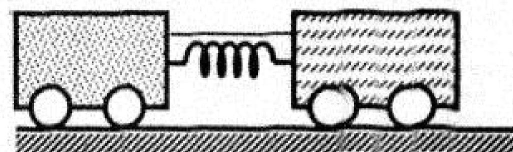
Tóm tắt

$m_1 = 400$ g $= 0,4$ kg; $v_1 = 1,5$ m/s; $v_2 = 1$ m/s; $m_2 = ?$

Giải

Gia tốc xe lăn 1: $a_1 = \dfrac{v_1}{\Delta t} = \dfrac{1.5}{\Delta t}$ m/s^2

Gia tốc xe lăn 2 : $a_2 = \dfrac{v_2}{\Delta t} = \dfrac{1}{\Delta t}$ m/s^2



Hình 16.2

Theo định luật III Niu tơn ta có : $F_{12} = F_{21}$

$$m_1a_1 = m_2a_2 \Rightarrow m_2 = \frac{m_1a_1}{a_2} = \frac{0,4.\dfrac{1,5}{\Delta t}}{\dfrac{1}{\Delta t}} = 0,6\text{ kg}$$

Đáp số : $m_2 = 0.6$ kg $= 600$ g

C. BÀI TẬP LUYỆN TẬP

Bài 16.2: Hãy chỉ ra cặp "lực và phản lực" trong các tình huống sau đây

a. Quả bóng bàn rơi xuống sàn nhà.

b. Dùng chân đá một quả cầu.

c. Kệ sách treo trên tường.

Giải

a. Quả bóng bàn rơi xuống sàn nhà:

Lực: lực tác dụng của quả bóng lên sàn nhà.

Phản lực: lực tác dụng của sàn nhà vào quả bóng.

b. Dùng chân đá một quả cầu.

Lực: lực tác dụng của chân lên quả cầu

Phản lực: lực tác dụng của quả cầu vào chân.

c. Kệ sách treo trên tường.

Lực: lực tác dụng của kệ sách lên tường.

Phản lực: lực tác dụng của tường vào kệ sách.

Bài 16.3: Một quả bóng khối lượng 400 g bay với vận tốc 25 m/s đến đập vuông góc với một bức tường rồi bật trở lại với vận tốc 15 m/s. Thời gian va chạm là 0,25 s. Tính lực do tường tác dụng lên bóng.

Tóm tắt

$m = 400$ g $= 0,4$ kg; $v_o = 25$ m/s

$\Delta t = 0,025$ s; $v_t =$ `5 m/s; F =?

Hướng dẫn giải

Vận tốc quả bóng khi bay đến tường và khi bật ra đều nằm trên cùng một đường thẳng vuông góc với tường. Chọn chiều dương là chiều quả bóng bật ra khỏi tường.

Vận tốc của quả bóng khi bắt đầu chạm vào tường lạ $v_o = -25$ m/s và khi bắt đầu nẩy ra khỏi tường là $v_t = 15$ m/s.

Gia tốc của quả bóng từ lúc chạm vào tường đến lúc nẩy ra là:

$$a = \frac{v_t - v_o}{t} = \frac{15-(-25)}{0,25} = 160 \quad m/s^2$$

Lực của tường tác dụng vào bóng: $F = ma = 0,4\ .\ 160 = 64$ N

Đáp số: F = 64 N

Bài 17 - LỰC HẤP DẪN

A. HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI

Câu 17.1: Tại sao hàng ngày ta không cảm nhận được lực hấp dẫn giữa ta với các vật xung quanh như bàn, ghế, tủ...?

Trả lời

Vì lực hấp dẫn giữa con người và các đồ vật xung xung quanh rất nhỏ. Do đó mà con người không thể cảm nhận được.

Câu 17.2: Lực hấp dẫn giữa các vật có phụ thuộc vào bản chất của môi trường xung quanh chúng không?

Trả lời

Lực hấp dẫn giữa các vật không phụ thuộc vào bản chất của môi trường xung quanh chúng, vì chúng chỉ phụ thuộc vào khối lượng, khoảng cách giữa các vật.

Câu 17.3: Phương, chiều của trọng lực là phương, chiều nào?

Trả lời

Trọng lực có phương vuông góc với mặt đất, chiều hướng vào tâm Trái Đất.

Câu 17.4: Trọng trường tồn tại ở đâu? Trọng trường có đặc điểm gì?

Trả lời

- Trọng trường tồn tại ở xung quanh Trái Đất.
- Đặc điểm của trọng trường:
  Nếu nhiều vật khác nhau lần lượt đặt tại cùng một điểm thì trọng trường gây cho chúng cùng một gia tốc g như nhau.

D. HƯỚNG DẪN GIẢI BÀI TẬP

Bài 17.1: Chọn câu đúng:

Khi khối lượng của hai vật và khoảng cách giữa chúng đều tăng lên gấp đôi thì lực hấp dẫn giữa chúng có độ lớn:

A. Tăng gấp đôi B. Giảm đi một nửa

C. Tăng gấp bốn D. Giữ nguyên như cũ

Trả lời

Lực hấp dẫn được tính theo công thức: $F_{hd1} = G\frac{m_1m_2}{r^2}$

Khi tăng gấp đôi khối lượng và khoảng cách của vật thì:

$$F_{hd2} = G\frac{2m_1.2m_2}{(2r)^2} = F_{hd1}$$

Vậy khi khối lượng của hai vật và khoảng cách giữa chúng đều tăng lên gấp đôi thì lực hấp dẫn giữa chúng có độ lớn không thay đổi.

Đáp án: D

Bài 17.2: Chọn câu đúng

Lực hấp dẫn do một hòn đá ở trên mặt đất tác dụng vào Trái Đất thì có độ lớn:

A. Lớn hơn trọng lượng của hòn đá

B. Nhỏ hơn trọng lượng của hòn đá

C. Bằng trọng lượng của hòn đá

D. Bằng không

Trả lời

Đáp án: C

Bài 17.3: Chọn câu đúng trong những câu sau đây về lực hấp dẫn do Trái Đất tác dụng lên Mặt Trăng và do Mặt Trăng tác dụng lên Trái Đất:

A. Hai lực này có cùng phương, cùng chiều

B. Hai lực này có cùng phương, ngược chiều

C. Hai lực này cùng chiều, cùng độ lớn

D. Phương của hai lực này luôn thay đổi và không trùng nhau.

Trả lời

Đáp án: B

Bài 17.4: Hãy tra cứu số liệu về các hành tinh của hệ Mặt Trời (tiết 45) để tính gia tốc rơi tự do trên bề mặt của Hỏa Tinh, Kim Tinh và Mộc Tinh. Biết gia tốc rơi tự do ở bề mặt Trái Đất là 9,81 m/s^2.

Tóm tắt

$$\frac{M_{HT}}{M_Đ} = 0{,}11\ ;\ \frac{M_{KT}}{M_Đ} = 0{,}82\ ;\ \frac{M_{MT}}{M_Đ} = 318$$

$R_Đ = 6375$ km ; $R_{HT} = 3395$ km ; $R_{KT} = 6050$ km ; $R_{MT} = 71\,490$ km

Giải

Gia tốc rơi tự do trên bề mặt của một hành tinh được tính bằng: $g = \dfrac{GM}{R^2}$

Trong đó : g là gia tốc rơi tự do tại bề mặt của một hành tinh.
M là khối lượng của hành tinh.
R là bán kính của hành tinh.
G là hằng số hấp dẫn.

Gia tốc rơi tự do trên bề mặt của Trái Đất: $g_Đ = \dfrac{GM_Đ}{R_Đ^{\,2}}$ (1)

Gia tốc rơi tự do trên bề mặt của Hoả Tinh: $g_{HT} = \dfrac{GM_{HT}}{R_{HT}^2}$ (2)

Lấy (2) chia cho (1) vế theo vế ta có: $\dfrac{g_{HT}}{g_Đ} = \dfrac{M_{HT}}{M_Đ}.\left(\dfrac{R_Đ}{R_{HT}}\right)^2$

$$\Rightarrow g_{HT} = g_Đ.\frac{M_{HT}}{M_Đ}.\left(\frac{R_Đ}{R_{HT}}\right)^2$$

$$g_{HT} = 9{,}81.0{,}11.(\frac{6375}{3395})^2 = 3{,}8\ m/s^2$$

Gia tốc rơi tự do trên bề mặt của Kim Tinh:

Tương tự ở trên: $g_{KT} = 9{,}81.0{,}82.\left(\dfrac{6375}{6050}\right)^2 = 8{,}93\ m/s^2$

Gia tốc rơi tự do trên bề mặt của Mộc Tinh:

$$g_{MT} = 9{,}81.318.\left(\frac{6375}{71490}\right)^2 = 24{,}8\ m/s^2$$

Đáp số: $g_{HT} = 3{,}8\ m/s^2$; $g_{KT} = 8{,}93\ m/s^2$; $g_{MT} = 24{,}8\ m/s^2$

Bài 17.5: Cho biết khối lượng Trái Đất là $m_1 = 6.10^{24}$ kg, khối lượng của một hòn đá là $m_2 = 2{,}3$ kg, gia tốc rơi tự do là $g = 9{,}81\ m/s^2$. Hỏi hòn đá hút Trái Đất với một lực bằng bao nhiêu?

Tóm tắt

$m_1 = 6.10^{24}$ kg; $m_2 = 2{,}3$ kg; $g = 9{,}81\ m/s^2$; F_{hd}?

Giải

Lực hút giữa Trái Đất và hòn đá là: $F_{hd} = G\dfrac{m_1m_2}{r^2} = m_2g$

$$F_{hd} = 2{,}3\ .\ 9{,}81 = 22{,}56\ N$$

Đáp số : $F_{hd} = 22{,}56\ N$

Bài 17.6: Tính lực hấp dẫn giữa hai tàu thủy, mỗi tàu có khối lượng 100 000 tấn khi chúng ở cách nhau 0,5 km. Lực đó có làm chúng tiến lại gần nhau không?

Tóm tắt

$m = 100\,000$ tấn $= 10^8$ kg; $r = 0{,}5$ km $= 0{,}5.10^3$ m; $F_{hd} = ?$

Giải

Lực hấp dẫn giữa hai tàu thuỷ:

$$F_{hd} = G\frac{m_1m_2}{r^2} = 6,68.10^{-11}\frac{(1.10^8)^2}{(0,5.10^3)^2} = 2,672\ N$$

Lực hấp dẫn này quá nhỏ, hai tàu không thể tiến lại gần nhau được.

Đáp số: $F_{hd} = 2,672\ N$

Bài 17.7: Ở độ cao nào so với mặt đất thì gia tốc rơi tự do bằng một nửa gia tốc rơi tự do ở mặt đất? Cho bán kính Trái Đất là R = 6 400 km.

Giải

Gia tốc rơi tự do trên Trái Đất : $g = \frac{GM}{R^2}$ (1)

Gia tốc rơi tự do ở độ cao h: $g' = \frac{GM}{(R+h)^2}$ (2)

Vì gia tốc rơi tự do ở độ cao h bằng một nửa gia tốc rơi tự do ở mặt đất nên lấy (1) chia cho (2) ta có: $\frac{g}{g'} = \frac{(R+h)^2}{R^2} = 2$

$$\Rightarrow \frac{(R+h)^2}{R^2} = 2 \Leftrightarrow (R+h) = R\sqrt{2} \Rightarrow 6400.10^3(\sqrt{2}-1) = h$$

$$\Rightarrow h = 2,65.10^6\ m = 2650\ km$$

Vậy ở một nơi cách mặt đất 2 650 km thì gia tốc rơi tự do bằng một nửa gia tốc rơi tự do trên mặt đất.

Đáp số: h = 2 650 km

C. BÀI TẬP LUYỆN TẬP

Bài 17.8: Hai vật cách nhau 1 m thì lực hút giữa chúng là $80,16.10^{-11}$ N. Cho $G = 6,68.10^{-11}$ $N.m^2/kg^2$. Tính khối lượng của mỗi vật trong hai trường hợp sau:

a. Hai vật có khối lượng bằng nhau.

b. Hai vật có khối lượng tổng cộng là 7 kg.

Giải

a. Hai vật có khối lượng bằng nhau:

$$F_{hd} = G\frac{m_1m_2}{r^2} = G\frac{m^2}{r^2} \Rightarrow m^2 = \frac{F.r^2}{G} \Rightarrow m = \sqrt{\frac{F.r^2}{G}} = \sqrt{\frac{80,16.10^{-11}.1}{6,68.10^{-11}}} = 3,46\ kg$$

b. Hai vật có khối lượng tổng cộng là 7 kg:

$$F_{hd} = G\frac{m_1m_2}{r^2} \Rightarrow m_1.m_2 = \frac{F.r^2}{G} = \frac{80,16.10^{-11}.1}{6,68.10^{-11}} = 12\ (1)$$

Mặt khác tổng khối lượng của hai vật là 7 kg nên ta có phương trình sau:

$$m_1 + m_2 = 7 \quad (2)$$

Từ (1) và (2) ta suy ra $m_1 = 3$ kg; $m_2 = 4$ kg.

Đáp số: a. m = 3,46 kg; b. m_1 = 3 kg; m_2 = 4 kg

Bài 17.9: Tính trọng lượng của một nhà du hành vũ trụ có khối lượng 90 kg khi người đó ở:

a. Trên Trái Đất ($g = 9,8\ m/s^2$)

b. Trên Mặt Trăng ($g = 1,7\ m/s^2$)

c. Trên Kim Tinh ($g = 8,7\ m/s^2$)

Trả lời

a. Trọng lượng của nhà du hành vũ trụ trên Trái Đất:

$$P_{TĐ} = mg = 90 . 9{,}8 = 882\ N$$

b. Trọng lượng của nhà du hành vũ trụ trên Mặt Trăng:

$$P_{MT} = mg = 90 . 1{,}7 = 153\ N$$

c. Trọng lượng của nhà du hành vũ trụ trên Kim Tinh:

$$P_{KT} = mg = 90 . 8{,}7 = 783\ N$$

Đáp số : $P_{TĐ} = 882\ N$; $P_{MT} = 153\ N$; $P_{KT} = 783\ N$

Bài 18 - CHUYỂN ĐỘNG CỦA VẬT BỊ NÉM

A. HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI

Câu 18.1: Khi luyện tập các môn như: đẩy tạ, nhảy xa... em có thể vận dụng những kiến thức gì trong bài này để nâng cao thành tích của mình?

Trả lời

Khi đẩy tạ hoặc nhảy xa thành tích đạt được tốt nhất khi người hoặc vật đi được một quãng đường xa nhất. Nhìn vào công thức tầm xa của vật bị ném xiên trong bài học ta thấy L phụ thuộc tuyến tính vào sin của góc 2α. $\sin 2\alpha$ lớn nhất khi $\alpha = 45^o$. Do đó để đạt thành tích cao trong môn nhảy xa hoặc đẩy tạ tốt nhất vận động viên càng cố gắng đạt đến góc ném (nhảy) bằng 45^o càng tốt.

Câu 18.2: Từ một máy bay chuyển động thẳng đều theo phương nằm ngang, người ta thả một vật xuống đất.

- Người đứng ở mặt đất nhìn thấy vật có quỹ đạo như thế nào?
- Người ở trên máy bay nhìn thấy vật có quỹ đạo như thế nào?
- Khi vật rơi tới đất thì máy bay ở đâu? (bỏ qua sức cản của không khí)

Trả lời

- Người đứng ở mặt đất nhìn thấy quĩ đạo là một đường parabol.
- Người ở trên máy bay nhìn thấy vật có quỹ đạo là một đường thẳng.
- Khi vật rơi tới đất thì máy bay nằm trên đường thẳng đứng qua điểm vật chạm đất.

B. HƯỚNG DẪN GIẢI BÀI TẬP

Bài 18.1: Chọn câu đúng:

Một vật khối lượng m, được ném ngang từ độ cao h với vận tốc ban đầu v_o. Tầm bay xa của nó phụ thuộc:

A. m và v_o B. m và h C. v_o và h D. m, v_o và h

Trả lời

Đáp án: C

Bài 18.2: Chọn câu đúng

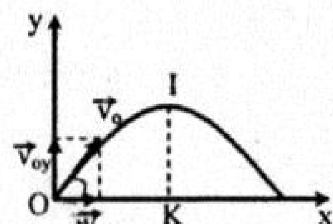
Trong hình 18.1 gia tốc của vật tại đỉnh I:

A. Hướng ngang từ trái sang phải

B. Hướng ngang từ phải sang trái

C. Hướng thẳng đứng xuống dưới

D. Bằng không.



Hình 18.1

Trả lời

Đáp án: C

Bài 18.3: Một vật được ném lên từ mặt đất với $v_o = 10$ m/s và góc ném α. Tính toán và điền kết quả vào bảng sau đây. Lấy $g = 10$ m/s^2

α	0^0	15^0	30^0	45^0	60^0	75^0	90^0
Tầm bay xa L(m)							
Tầm bay cao H(m)							

Giải

Áp dụng công thức sau để tính tầm xa và tầm bay cao:

$$L = \frac{v_o^2 \sin 2\alpha}{g}; H = \frac{v_o^2 \sin^2 \alpha}{2g}$$

α	0^0	15^0	30^0	45^0	60^0	75^0	90^0
Tầm bay xa L(m)	0	5	8.66	10	8.66	5	0
Tầm bay cao H(m)	0	0.33	1.25	2.5	3.75	4.66	5

Bài 18.4: Vẽ quĩ đạo của vật trong bài tập trên cho trường hợp góc $\alpha = 45^0$

Giải

Hình 18.2.

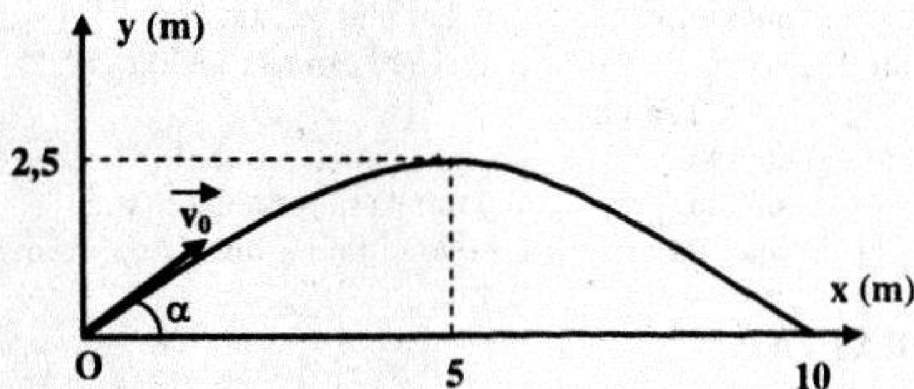
Bài 18.5: Từ độ cao 15 m so với mặt đất, một vật được ném chếch lên với vận tốc ban đầu 20 m/s: hợp với phương nằm ngang một góc 30°. Hãy tính:

a. Thời gian từ lúc ném đến lúc vật chạm đất.

b. Độ cao lớn nhất (so với mặt đất) mà vật đạt tới.

c. Tầm bay xa của vật (khoảng cách từ hình chiếu của điểm ném trên mặt đất đến điểm rơi).

Lấy $g = 10$ m/s^2



Hình 18.2

Tóm tắt

$h = 15$ m; $v_o = 20$ m/s; $\alpha = 30^o$

t? L =? H = ?

Giải

a. Thời gian vật bắn lên từ O đến khi rơi chạm đất tại N (OIMN) gồm thời gian vật bắn từ O đến M (được tính theo thời gian của vật bị ném xiên) và thời gian vật rơi từ M đến N như hình 18.3.

Vậy thời gian từ lúc ném ở O đến lúc vật đi xuống đến vị trí M là:

$$t_1 = \frac{2v_0 \sin\alpha}{g} = \frac{2.20.\sin 30^0}{10} = 2 \text{ s}$$

Vận tốc của vật tại vị trí M là: $v_M = v_0 = 20$ m/s

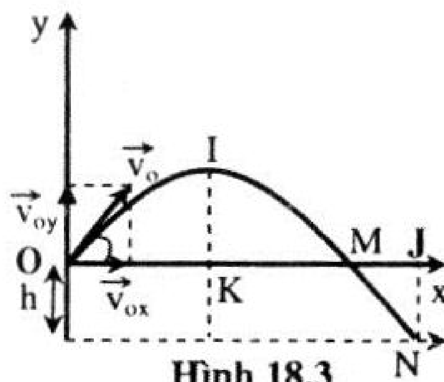
Thời gian vật đi từ M tới đất ở N thỏa: $h = (v_M\sin\alpha).t_2 + \frac{gt_2^2}{2}$

$$\Rightarrow 15 = (20.\sin30^0)t_2 + 5t_2^2 \Rightarrow t_2^2 + 2t_2^2 - 3 = 0$$

$$\Rightarrow t_2 = 1 \text{ s (nhận)} ; t_2 = -3 \text{ s (loại)}$$

Thời gian vật bắn lên từ O đến khi rơi chạm đất tại N là:

$$t_{cd} = t_1 + t_2 = 3 \text{ s}$$



Hình 18.3

b. Độ cao lớn nhất vật đạt tới là:

$$H = \frac{v_0^2\sin^2\alpha}{2g} + h = \frac{20^2.(\sin30)^2}{2.10} + 15 = 20 \text{ m}$$

c. Tầm bay xa của vật:

$L = v_{0x}t_{cd} = (v_0\cos\alpha)\, t_{cd} = 20\cos30^0 .3$

$= 30\sqrt{3}$ m ≈ 52 m

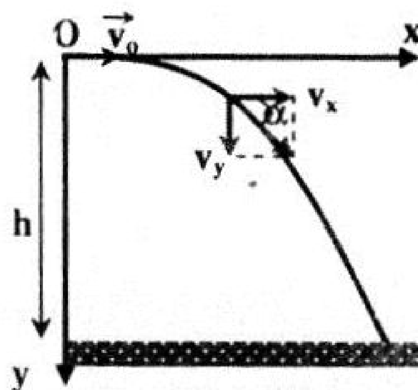
***Đáp số:** a. $t = 3$ s; b. $H = 20$ m; c. $L = 30\sqrt{3}$ m ≈ 52 m*

Bài 18.6: Một vật được ném ngang với vận tốc $v_o = 30$ m/s, ở độ cao h = 80 m.

a. Vẽ quĩ đạo chuyển động

b. Xác định tầm bay xa của vật

c. Xác định vận tốc của vật lúc chạm đất.



Hình 18.4

Tóm tắt

$w_o = 30$ m/s; h = 80 m; $\alpha = 0^0$; L =? v_d =?

Giải:

a. Vẽ quĩ đạo chuyển động: Chọn hệ trục tọa độ Oxy như hình 20.4.

Vật bị ném ngang có phương trình chuyển động theo trục Ox: $x = v_o t = 30t$ (1)

Và phương trình chuyển động theo trục Oy: $y = \frac{gt^2}{2} = 5t$ (2)

Từ (1) suy ra: $t = \frac{x}{v_o} = \frac{x}{30}$ (3)

Thế (3) vào (2) ta có: $y = 5\left(\frac{x}{30}\right)^2 = \frac{1}{180}x^2$

Quĩ đạo của vật có dạng là một nhánh của parabol được vẽ như trên hình 20.4.

b. Tầm bay xa của vật:

Ta có thời gian từ lúc ném vật đến lúc chạm đất: $t = \sqrt{\frac{2h}{g}} = \sqrt{\frac{2.80}{10}} = 4$ s

Tầm xa của vật: $L = v_o.t$; L = 30. 4 = 120 (m)

c. Vận tốc của vật khi chạm đất gồm hai thành phần:

- vận tốc theo phương ox: $v_x = v_0 = 30$ (m/s)

- vận tốc theo phương oy: $v_y = gt = 10.4 = 40$ (m/s)

Vật tốc của vật khi chạm đất: $v = \sqrt{v^2{}_x + v_y{}^2} = \sqrt{30^2 + 40^2} = 50$ m/s

Đáp số: b. L = 120 m; c. v = 50 m/s

Bài 18.7: Một máy bay bay theo phương ngang ở độ cao 5 km với vận tốc 720 km/h. Người trên máy bay muốn thả một vật rơi trúng một đích nào đó trên mặt đất, thì phải thả từ cách đích bao xa (theo phương nằm ngang)?

Tóm tắt

$v_0 = 720$ (km/h) = 200(m/s); $\alpha = 0^o$; h = 5 km = 5 000 m; L =?

Giải

Tầm bay xa của vật bị ném ngang: $L = v_o.t$ (1)

Trong đó thời gian vật rơi chạm đất: $t = \sqrt{\frac{2h}{g}} = \sqrt{\frac{2.5000}{10}} = 10\sqrt{10}(s)$

Thay vào (1) ta có $L = 200.10\sqrt{10} = 6\,324(m)$

Vậy phải thả vật rơi từ trên máy bay cách đích theo phương nằm ngang một đoạn L = 6 324 m

Đáp số : L = 6 324 m

Bài 18.8: Một vật được ném ngang ở độ cao 20 m phải có vận tốc ban đầu là bao nhiêu để trước lúc chạm đất, vận tốc của nó là 25 m/s?

Tóm tắt

h = 20 m? $v_d = 25$ m/s? $v_o = ?$

Giải

Thời gian vật chạm đất: $t = \sqrt{\frac{2h}{g}} = \sqrt{\frac{2.20}{10}} = 2$ (s)

Ta có vật tốc của vật lúc chạm đất:

$$v = \sqrt{v^2{}_x + v^2{}_y} = \sqrt{(v_0 \cos\alpha)^2 + (v_0 \sin\alpha - gt)^2} = \sqrt{v^2{}_0 + (gt)^2}$$

$$25 = \sqrt{v^2{}_0 + (10.2)^2}$$

Vậy vận tốc ban đầu của vật là: $\Rightarrow v_o = 15\,m/s$

Đáp số: $v_o = 15$ m/s

C. BÀI TẬP LUYỆN TẬP

Bài 18.9: Tại mặt đất một người ném xiên một hòn đá với vận tốc ban đầu v_o = 20 m/s. Cho $\alpha = 60^o$. Tính:

a. Tầm xa của hòn đá; b. Tầm cao của hòn đá.

Tóm tắt

$v_o = 20$ m/s; $\alpha = 60^o$, L = ? H = ?

Giải

a. Tầm xa của hòn đá:

Áp dụng công thức: $L = \frac{v_o^2 \sin 2\alpha}{g} = \frac{20^2.\sin 120^o}{10} = 34{,}64$ m

b. Tầm cao của hòn đá:

Áp dụng công thức 10 tiết 20 sách giáo khoa:

$$H = \frac{v_o^2 \sin^2\alpha}{2g} = \frac{20^2.\left(\frac{\sqrt{3}}{2}\right)^2}{20} = 15\text{ m}$$

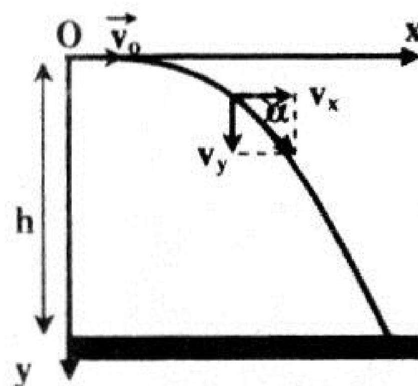
Đáp số: a. L = 34,64 m; b. H = 15 m

Bài 18.10: Từ đỉnh một tòa tháp cao 180 m, người ta ném một quả cầu theo phương ngang với vận tốc đầu v_o. Sau 4 giây vận tốc quả cầu hợp với phương ngang một góc 30^o như hình 18.5.

a. Tính vận tốc ban đầu của quả cầu. Tính thời gian vật chạm đất?

b. Viết phương trình quĩ đạo của quả cầu.

c. Vận tốc của nó khi chạm đất? Tính góc mà vận tốc hợp với phương nằm ngang khi chạm đất.



Hình 18.5

Tóm tắt

$H = 180$ m; $t = 4$ s; $\alpha = 30^o$; v_o? t? y? $v_đ$?

Giải

Chọn gốc toạ độ O ở đỉnh toà tháp, trục Ox hướng theo $\vec{v}_o$

Trục Oy thẳng đứng hướng xuống.

Gốc thời gian là lúc vừa ném vật.

a. Ta có: phương trình vận tốc của vật phụ thuộc vào t: $\begin{cases} v_x = v_o \\ v_y = gt \end{cases}$

Sau 4 giây: $\begin{cases} v_x = v_o \\ v_y = 10.4 = 40\text{ m/s} \end{cases}$

$$tg\alpha = \frac{v_y}{v_x} \Rightarrow v_x = v_o = \frac{v_y}{tg\alpha} = \frac{40}{\frac{1}{\sqrt{3}}} = 40\sqrt{3}\ (\text{m/s})$$

Thời gian vật chạm đất:

Khi vật chạm đất $y = h = \frac{1}{2}gt^2 \Rightarrow t = \sqrt{\frac{2h}{g}} = \sqrt{\frac{2.180}{10}} = 6\ (s)$

b. Ta có: $\begin{cases} x = v_o t & (1) \\ y = \frac{1}{2}gt^2 & (2) \end{cases}$

Từ (1) $\Rightarrow t = \frac{x}{v_o}$ thế vào (2), phương trình quĩ đạo của quả cầu:

$$y = 5\left(\frac{x}{v_o}\right)^2 = \frac{5}{\left(40\sqrt{3}\right)^2}x^2 = \frac{1}{960}x^2 \quad (m)$$

Quĩ đạo là một nhánh parabol đỉnh O.

c. Vận tốc của quả cầu khi chạm đất:

Lúc quả cầu chạm đất thì t = 6 s

$$v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2} = \sqrt{v_o^2 + (gt)^2} = \sqrt{(40\sqrt{3})^2 + (10.6)^2} = 20\sqrt{21} = 91,65 \text{ m/s}$$

Góc hợp bởi $\vec{v}$ và phương ngang lúc chạm đất:

$$tg\alpha_c = \frac{v_y}{v_x} = \frac{10.6}{40\sqrt{3}} = \frac{60}{40\sqrt{3}} = 0,86 \Rightarrow \alpha = 40,89^o$$

Đáp số: a. $v_o = 40\sqrt{3}$ m/s, t = 6s; b. $y = \frac{1}{960}x^2$ (m)

c. v = 91,65 m/s; $\alpha = 40,89^0$

Bài 19 - LỰC ĐÀN HỒI

A. HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI

Câu 19.1: Lực đàn hồi xuất hiện trong trường hợp nào? Nêu rõ phương, chiều của lực đàn hồi của lò xo, dây căng.

Trả lời

- Lực đàn hồi xuất hiện trong trường hợp khi một vật bị biến dạng và có xu hướng chống lại nguyên nhân gây ra biến dạng.
- Lực đàn hồi của lò xo:
  Phương: song song với trục lò xo.
  Chiều: ngược hướng với chiều của ngoại lực làm biến dạng (dãn hoặc nén) lò xo.
- Lực đàn hồi của dây căng:
  Phương: trùng với chính sợi dây.
  Chiều: hướng từ hai đầu dây vào phần trong của sợi dây.

Câu 19.2: Giải thích ý nghĩa của đại lượng k trong công thức (1)

Trả lời

Trong giới hạn đàn hồi, độ lớn của lực đàn hồi của lò xo tỉ lệ với độ biến dạng của lò xo: $F_{dh} = -k\Delta l$

Trong đó k là độ cứng (hay hệ số đàn hồi của lò xo có đơn vị là N/m). K càng lớn lò xo càng khó bị biến dạng.

Câu 19.3: Nêu rõ vai trò của lực đàn hồi trong các ví dụ sau:

- Nút bấm ở bút bi
- Hệ thống cung – tên
- Cầu bật của vận động viên nhảy cầu (trên bể bơi)
- Bộ phận giảm xóc ở ô tô, xe máy.

Trả lời

- Nút bấm ở bút bi: khi không bấm nút ở đầu trên của bút bi vào thì lò xo bên trong của bút bi sẽ không bị biến dạng, do đó không có lực tác dụng nên đầu bi của bút bi nằm bên trong vỏ bút. Khi muốn sử dụng bút, ta ấn nút trên đầu bút xuống lò xo trong ruột bút bị nén sinh ra lực đàn hồi tác dụng đẩy đầu bi của bút ra ngoài.

- Hệ thống cung – tên: khi kéo căng dây cung, cung tên bị biến dạng rất nhiều ở dây cung xuất hiện lực đàn hồi, khi thả tay ra thì lực đàn hồi kéo dây cung sẽ trở về trạng thái không biến dạng đồng thời đẩy mũi tên bắn đi rất xa.
- Cầu bật của vận động viên nhảy cầu (trên bể bơi): khi vận động viên nhún lấy đà làm cho cầu bị biến dạng cong xuống dưới ⇒ làm xuất hiện lực đàn hồi đẩy vận động viên lên cao.
- Bộ phận giảm xóc ở ô tô xe máy: trong bộ phận giảm xóc có các lò xo, khi xe gặp ổ gà, xuất hiện ngoại lực tác dụng lên xe làm cho xe, người và đồ vật trên xe bị thay đổi trạng thái đột ngột. Khi đó các lò xo giảm xóc của xe bị dãn, nén sinh ra lực đàn hồi có tác dụng chống lại ảnh hưởng của ngoại lực ban đầu, làm cho xe máy không bị xóc đột ngột, bảo vệ các linh kiện trên xe và giúp người điều khiển xe được dễ dàng hơn.

Câu 19.4: Vì sao mỗi lực kế đều có một GĐH đo nhất định? Hãy cho biết GĐH của mỗi lực kế trên hình 19.8 SGK.

Trả lời

- Mỗi lực kế đều được cấu tạo từ một lò xo do đó giới hạn đo của lực kế phụ thuộc vào giới hạn đàn hồi của lò xo. Nếu lực kế bị kéo quá dãn (lò xo không còn nằm trong giới hạn đàn hồi) thì số chỉ trên lực kế sẽ không đúng.
- Các lực kế trên hình 19.8 SGK có giới hạn đo lần lượt từ trái qua là: 4 N; 3 N; 12N.

B. HƯỚNG DẪN GIẢI BÀI TẬP

Bài 19.1: Trong thí nghiệm ở hình 19.4 SGK, gọi độ cứng của lò xo là k, khối lượng của vật nặng là m, gia tốc rơi tự do là g. Độ dãn của lò xo phụ thuộc vào:

A. m.k B. k,g

C. m, k, g D. m,g

Trả lời

Khi lò xo ở vị trí cân bằng thì $P = F_{dh}$: $\Leftrightarrow mg = k\Delta l \Rightarrow \Delta l = \frac{mg}{k}$

Đáp án: C

Bài 19.2: Phải treo một vật có khối lượng bằng bao nhiêu vào một lò xo có độ cứng k bằng 100 N/m để lò xo dãn ra 10 cm?

Trả lời

Khi lò xo ở vị trí cân bằng thì $P = F_{dh}$:

$$\Leftrightarrow mg = k\Delta l \Rightarrow m = \frac{k\Delta l}{g} = \frac{100.0,1}{10} = 1\text{ kg}$$

Đáp số: m = 1 kg

Bài 19.3: Một ô tô tải kéo một ô tô con có khối lượng 2 tấn và chạy nhanh dần đều với vận tốc ban đầu $v_o = 0$. Sau 50 s đi được 400 m. Khi đó dây cáp nối hai ô tô dãn ra bao nhiêu nếu độ cứng của nó là $k = 2.10^6$ N/m? Bỏ qua các lực cản tác dụng lên ô tô con.

Giải

Ta có phương trình chuyển động của ôtô là:

$$s = v_0t + \frac{1}{2}at^2 = \frac{1}{2}at^2 \Rightarrow a = \frac{2s}{t^2} = \frac{2.400}{50^2} = 0,32\ m/s^2$$

Xét điều kiện cân bằng về lực giữa lực kéo ô tô và sức căng dây:

$$T = F \Leftrightarrow k\Delta l = ma$$

$$\Rightarrow \Delta l = \frac{ma}{k} = \frac{2000.0,32}{2.10^6} = 0,32.10^{-3}\ m = 0,32\ mm$$

Đáp số: $\Delta l = 0,32$ mm

Bài 19.4: Khi người ta treo quả cân 300 g vào đầu dưới của một lò xo (đầu trên cố định) thì lò xo dài 31 cm. Khi treo thêm quả cân 200 g nữa thì lò xo dài 33 cm. Tính chiều dài tự nhiên và độ cứng của lò xo. Lấy g = 10 m/s^2.

Giải

Xét điều kiện cân bằng khi treo quả cân có khối lượng $m_1 = 300$ (g)

$$m_1g = k(l_1 - l_0) \quad (1)$$

Xét điều kiện cân bằng khi treo thêm quả cân có khối lượng $m_2 = 200$ (g)

$$(m_1 + m_2)g = k(l_2 - l_0) \quad (2)$$

Lấy (1) chia cho (2) vế theo vế ta được $\frac{m_1}{(m_1 + m_2)} = \frac{(l_1 - l_0)}{(l_2 - l_0)}$

$$\Rightarrow l_0 = 28\ cm$$

Thế vào (1) suy ra: k = 100 N/m

Đáp số: $l_0 = 28$ cm; k = 100 N/m

C. BÀI TẬP LUYỆN TẬP

Bài 19.5: Lần lượt treo vào đầu lò xo khối lượng $m_1 = 500$ g rồi $m_2 = 800$ g thì chiều dài của lò xo lần lượt là 25 và 28 cm.

a. Tìm chiều dài tự nhiên của lò xo.

b. Tìm độ cứng của lò xo. Lấy g = 10 m/s^2.

Hướng dẫn giải

Gọi độ biến dạng của lò xo khi treo vật m_1 là Δl_1 và độ biến dạng của lò xo khi treo vật m_2 là Δl_2.

a. Khi treo vật m_1 ta có phương trình: $m_1g = k\Delta l_1$ (1)

Khi treo vật m_2 ta có phương trình: $m_2g = k\Delta l_2$ (2)

Từ (1) và (2) ta có hệ phương trình: $\begin{cases} m_1g = k\Delta l_1 \\ m_2g = k\Delta l_2 \end{cases}$

Lấy (1) chia cho (2) vế theo vế ta có: $\frac{m_1}{m_2} = \frac{\Delta l_1}{\Delta l_2} = \frac{l_1 - l_o}{l_2 - l_o}$

$$\Rightarrow l_o = 0,2\ m = 20\ cm$$

b. Độ cứng của lò xo:

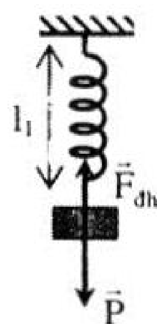
Thế l_o vào (1) ta có: $k = \frac{m_1g}{l_1 - l_o} = \frac{0,5.10}{0,25 - 0,2} = 100\ N/m$

Đáp số: a. $l_o = 20$ cm; b. k = 100 N/m

Bài 19.6: Một lò xo có chiều dài tự nhiên là $l_o = 30$ cm. Khi treo vào đầu dưới của lò xo một vật m = 200 g thì lò xo dài 32 cm như hình 19.1a. Lấy $g = 10 m/s^2$.

a. Tính độ cứng k của lò xo.

b. Nếu treo thêm vào vật m một vật có khối lượng bằng hai lần khối lượng m như hình 19.1b, thì chiều dài lò xo lúc cân bằng là bao nhiêu?



Hình 19.1a

Tóm tắt

$l_o = 30$ cm; m = 200 g = 0,2 kg; $g = 10 m/s^2$

a) k =? b) m' =2m; l =?

Hướng dẫn giải

a. Độ cứng k của lò xo:

$$mg = k\Delta l \Rightarrow k = \frac{mg}{\Delta l} = \frac{0,2.10}{0,22 - 0,2} = 100 N/m$$

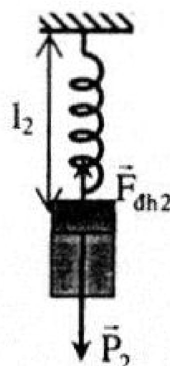
b. Độ dãn của lò xo khi treo thêm vật m_1:

$$(m + 2m)g = 3m = k\Delta l_2$$

$$\Rightarrow \Delta l_2 = \frac{3mg}{k} = 3.\Delta l = 0,06 m = 6 cm$$

Chiều dài của lò xo lúc cân bằng:

$$l_2 = l_o + \Delta l_2 = 30 + 6 = 36 cm$$



Hình 19.1b

Đáp số: a) k = 100 N/m; b) l_2 = 36 cm

Bài 20 - LỰC MA SÁT

A. HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI

Câu 20.1: Lực ma sát nghỉ xuất hiện trong điều kiện nào và có những đặc điểm gì? Viết công thức tính lực ma sát nghỉ cực đại.

Trả lời

- Lực ma sát nghỉ chỉ xuất hiện khi có ngoại lực tác dụng lên vật. Ngoại lực này có xu hướng làm cho vật chuyển động nhưng chưa đủ để thắng ma sát.
- Công thức tính lực ma sát nghỉ cực đại: $F_{msn} = \mu_n.N$

Câu 20.2: Hãy tìm thêm ví dụ về ma sát có ích, ma sát có hại.

Trả lời

Ma sát có ích: xe đạp có thể chạy trên đường nhờ ma sát nghỉ, nhờ có ma sát trượt mà ta có thể thắng xe lại.

Ma sát có hại: xe đạp không thể chạy nhanh được vì có lực ma sát cản trở chuyển động. Các ổ bi trong xe đạp lâu ngày sẽ bị mòn ...

Câu 20.3: Vì sao bôi dầu mỡ lại giảm được ma sát?

Trả lời

Vì dầu mỡ sẽ lấp đầy những chỗ lồi lõm trên bề mặt tiếp xúc của hai vật do đó các mặt tiếp xúc sẽ rất nhẵn và trơn, sẽ giảm cản trở chuyển động giảm ma sát.

Câu 20.4: Trường hợp nào trong hai trường hợp sau đây có lực ma sát nghỉ?

- Quyển sách nằm yên trên mặt bàn nằm ngang.
- Quyển sách nằm yên trên mặt bàn nằm nghiêng.

Trả lời

Quyển sách nằm yên trên mặt bàn nằm nghiêng có ma sát nghỉ vì sách nằm trên mặt phẳng nghiêng trọng lực P của trái đất và phản lực N của mặt bàn tác dụng vào vật không cân bằng nhau, nhưng vật vẫn nằm yên là do xuất hiện lực ma sát nghỉ cân bằng với hai lực trên.

Quyển sách nằm yên trên mặt bàn nằm ngang thì trọng lực P của trái đất và phản lực N tác dụng vào nó cân bằng nhau do đó không xuất hiện lực ma sát nghỉ.

Câu 20.5: Tại sao muốn xách một quả mít nặng thì phải bóp mạnh tay vào cuống quả mít?

Trả lời

Khi xách một quả mít nặng, muốn nó không tuột khỏi tay thì phải tăng ma sát nghỉ giữa tay và vật. Do đó ta phải bấm mạnh tay vào cuống mít để tăng lực ma sát nghỉ.

Câu 20.6: Nhiều khi ô tô bị sa lầy, bánh xe quay tít mà xe không nhích lên được. Giải thích hiện tượng.

Trả lời

Vì bùn, đất nhão có hệ số ma sát trượt rất nhỏ, không đủ lớn để làm lực phát động cho xe tiến lên trước.

Câu 20.7: Vì sao muốn đầu tàu hoả kéo được nhiều toa thì đầu tàu phải có khối lượng lớn.

Trả lời

Đầu tàu phải có khối lượng lớn để tăng lực ma sát nghỉ giữa đầu tàu với đường ray, giúp các bánh xe của đầu tàu bám đường tốt không bị các toa tàu kéo đầu tàu lùi về phía sau. Nếu phải kéo nhiều toa tàu thì lực phát động phải rất lớn tức là để bánh xe không trượt thì ma sát nghỉ cũng phải rất lớn do đó mà khối lượng của đầu tàu cũng phải lớn.

Câu 20.8: Tìm hiểu về ứng dụng của lực ma sát trong các loại băng chuyền (ví dụ băng chuyền than trong bức ảnh ở đầu bài 20 SGK)

Trả lời

Trên băng chuyền than có lực ma sát lăn giữa các trục lăn với băng chuyền làm băng chuyền chuyển động được và ma sát nghỉ giữa băng chuyền với than kéo than đi theo băng chuyền.

B. HƯỚNG DẪN GIẢI BÀI TẬP

Bài 20.1: Chọn câu đúng

Chiều của lực ma sát nghỉ:

A. Ngược chiều với vận tốc của vật.

B. Ngược chiều với gia tốc của vật.

C. Ngược chiều với ngoại lực song song của mặt tiếp xúc.

D. Vuông góc với mặt tiếp xúc.

Trả lời

Đáp án: C

Bài 20.2 Chọn biểu thức đúng về lực ma sát trượt:

A. $\vec{F}_{mst} = \mu_t \vec{N}$ B. $\vec{F}_{mst} = -\mu_t \vec{N}$

C. $F_{mst} \leq \mu_t N$ D. $F_{mst} = \mu_t N$

Trả lời

Đáp án: D

Bài 20.3: Một ô tô khối lượng 1,5 tấn chuyển động thẳng đều trên đường. Hệ số ma sát lăn giữa bánh xe và mặt đường là 0,08. Tính lực phát động đặt vào xe.

Tóm tắt

m = 1,5 tấn = 1500 kg; $\mu = 0,08$; g = 9,8 m/s^2; F_{pd} = ?

Giải

Vì xe chuyển động thẳng đều nên lực phát động bằng lực ma sát lăn:

$$F_{pd} = \mu.N = \mu P = \mu mg = 0,08 . 1500.9,8 = 1\ 200\ \text{N}$$

Đáp số: F_{pd} = 1 176 N

Bài 20.4. Một xe ô tô đang chạy trên đường lát bê tông với vận tốc v_o = 100 km/h thì hãm lại. Hãy tính quãng đường ngắn nhất mà ô tô có thể đi cho tới lúc dừng lại của hai trường hợp:

a. Đường khô, hệ số ma sát trượt giữa lốp xe với mặt đường là $\mu = 0,7$.

b. Đường ướt $\mu = 0,5$.

Tóm tắt

v_o = 100 km/h = 27,78 m/s; g = 9,8 m/s^2 ; a) $\mu = 0,7$; b) $\mu = 0,5$; s = ?

Giải

a. Đường khô, hệ số ma sát giữa lốp xe với mặt đường là $\mu = 0,7$.

Lực hãm làm cho xe chuyển động chậm dần đều do đó:

$$F_h = ma \Rightarrow a = \frac{F_h}{m} = -\frac{\mu mg}{m} = -\mu g$$

$$a = -0,7.9,8 = -6,86\ \text{m/s}^2$$

Quãng đường mà xe đi được từ lúc bắt đầu hãm phanh đến lúc dừng hẳn:

$$s = \frac{v_t^2 - v_o^2}{2a} = \frac{0 - 27,78^2}{2.(-6,86)} = 56,2\ \text{m}$$

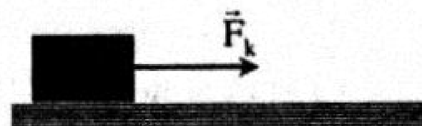
b. Đường ướt $\mu = 0,5$: Tương tự câu a: s = 78,7 m

Đáp số: a. s = 56,2 m; b. s = 78,7 m

Bài 20.5: Một vật khối lượng m = 400 g đặt trên mặt bàn nằm ngang hình 20.1. Hệ số ma sát trượt giữa vật và mặt bàn là μ = 0,3. Vật bắt đầu kéo đi bằng một lực F = 2N có phương nằm ngang.

a. Tính quãng đường vật đi được sau 1 s

b. Sau đó, lực F ngừng tác dụng. Tính quãng đường vật đi tiếp cho tới lúc dừng lại.



Hình 20.1

Tóm tắt

m = 400 g = 0,4 kg; $\mu = 0,3$; F = 2N ; t = 1s; g = 9,8 m/s^2; s = ?

Giải

a. Quãng đường vật đi được sau 1 s: $F - F_{ms} = 2 - \mu N = ma$

$$\Rightarrow a = \frac{2 - \mu mg}{m} = \frac{2 - 0,3.0,4.9,8}{0,4} = 2,06 \text{ m/s}^2$$

$$s = \frac{at^2}{2} = \frac{2,06.1}{2} = 1,03 \text{ m}$$

Vận tốc lúc này của xe: $v_1 = at = 2,06\ .1 = 2,06$ m/s

b. Quãng đường vật đi tiếp cho đến khi dừng lại:

$$F_{ms} = ma \Rightarrow a = \frac{F_{ms}}{m} = -\frac{\mu mg}{m} = -\mu g$$

$$a = -\ 0,3.9,8 = -\ 2,94 \text{ m/s}^2$$

Quãng đường mà xe đi được từ lúc bắt đầu hãm phanh đến lúc dừng hẳn: $s = \dfrac{v_t^2 - v_1^2}{2a} = \dfrac{0 - 2,06^2}{2.(-2,94)} = 0,72$ m

Đáp số: a. s = 1,03 m; b. s = 0,72 m

C. BÀI TẬP LUYỆN TẬP

Bài 20.6: Một vật có trọng lượng bằng 1000 N chuyển động thẳng đều trên sàn nhà. Hệ số ma sát trượt giữa vật và sàn nhà là 0,6. Hỏi lực đẩy vật theo phương ngang bằng bao nhiêu? Với lực đẩy tìm được có thể làm cho vật chuyển động từ nghỉ được không?

Giải

Vì sàn nhà nằm ngang nên $N = P \Rightarrow N = 1000$ N

Vì vật chuyển động thẳng đều nên:

$$F_{mst} = F \Rightarrow F = kN = 0,6.1000 = 600 \text{ N}$$

Vì lực để làm cho vật chuyển động từ nghỉ lớn hơn lực giữ cho vật chuyển động thẳng đều nên nó sẽ không chuyển động.

Đáp số: F_{ms} = 600N

Bài 20.7: Một vật trượt đều từ đỉnh của một mặt phẳng nghiêng xuống đến chân của mặt phẳng nghiêng. Biết mặt phẳng nghiêng nghiêng 45° so với phương ngang. Tính hệ số ma sát μ trên mặt phẳng nghiêng.

Hướng dẫn giải

Các lực tác dụng vào vật được minh hoạ như hình 20.2.

Khi vật trượt đều thì: $\vec{F}_{ms} + \vec{N} + \vec{P} = 0$

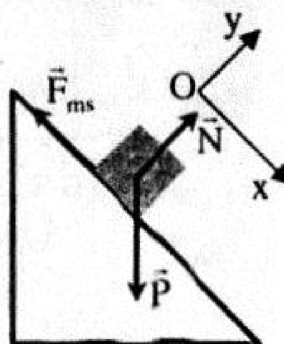
Chiếu các lực trên lên trục toạ độ Oy ta có:

$$N - mg\cos\alpha = 0 \Rightarrow N = mg\cos\alpha$$

Chiếu các lực trên lên trục toạ độ Ox ta có:

$$-F_{ms} + P\sin\alpha = 0 \Rightarrow F_{ms} = mg\sin\alpha \Leftrightarrow \mu mg\cos\alpha = mg\sin\alpha$$

$$\Rightarrow \mu = \frac{\sin\alpha}{\cos\alpha} = \text{tg}\alpha = \text{tg}45^0 = \frac{1}{\sqrt{2}}$$



Hình 20.2

Đáp số: $\mu = \dfrac{1}{\sqrt{2}}$

Bài 21 – HỆ QUI CHIẾU CÓ GIA TỐC LỰC QUÁN TÍNH

A. HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI

Câu 21.1: Hãy lí giải hiện tượng xảy ra trong hình 21.1SGK. Vì sao lại có cuộc đối thoại như trong hình.

Trả lời

Khi chiếc xe bus đang chuyển động, người tài xế thấy một con chó chạy ngang đường nên người tài xế hãm phanh. Khi xe hãm phanh thì gia tốc $\vec{a}$ đổi chiều nên lực quán tính tác dụng vào người ngồi trên xe có hướng ngược với $\vec{a}$ tức là hướng về phía trước do đó người ngồi trên xe bị đẩy ra phía trước chứ không phải do người phía sau xô ngã.

Câu 21.2: Theo kết quả bài tập vận dụng 2, em dự đoán xem khi đi thang máy, ta có thể có cảm giác gì khác thường? Nếu có dịp đi thang máy, em hãy thử để ý xem có cảm giác được điều ấy không. Giải thích.

Trả lời

- Khi thang máy đi lên nhanh dần đều thì ta có cảm giác nằng nặng vì lúc này lực quán tính cùng hướng với trọng lực do đó làm tăng trọng lượng của cơ thể. Khi gần đến tầng cần phải dừng lại thì thang máy chuyển động chậm dần đều lúc đó ta có cảm giác nhẹ hơn vì lúc này lực quán tính ngược hướng với trọng lực do đó làm giảm trọng lượng của cơ thể.
- Khi thang máy đi xuống nhanh dần đều thì ta cảm thấy người ta như nhẹ bỗng lên, vì lúc này lực quán tính ngược hướng với trọng lực do đó làm giảm trọng lượng của cơ thể. Còn khi gần đến tầng cần dừng lại ta có cảm giác nằng nặng vì lúc này lực quán tính cùng hướng với trọng lực do đó làm tăng trọng lượng của cơ thể.

B. HƯỚNG DẪN GIẢI BÀI TẬP

Bài 21.1: Chọn câu đúng

Bằng cách so sánh số chỉ của lực kế trong thang máy với trọng lượng P = mg của vật treo vào lực kế, ta có thể:

A. Biết được thang máy đi lên hay đi xuống

B. Biết chiều của gia tốc thang máy

C. Biết được thang máy đang chuyển động nhanh dần hay chậm dần đều.

D. Biết được cả ba điều nói trên

Trả lời

Bằng cách so sánh số chỉ của lực kế trong thang máy với trọng lượng P = mg của vật treo vào lực kế ta chỉ có thể biết được chiều của gia tốc vì khi thang máy đi lên chậm dần đều hoặc đi xuống nhanh dần đều thì gia tốc a đều có hướng xuống dưới tức là cùng hướng với trọng lực lúc đó lực kế có số chỉ nhỏ hơn trọng lực. Còn khi thang máy đi lên nhanh dần đều và đi xuống chậm dần đều thì gia tốc a của thang máy đều có hướng lên trên thì số chỉ của lực kế lớn hơn trọng lực của vật. Do đó chỉ nhìn vào số chỉ của lực kế trong thang máy ta không thể biết thang máy đang đi lên hay đi xuống hoặc chuyển động nhanh dần hay chậm dần đều.

Đáp án: B

Bài 21.2: Chọn đáp số đúng

Một vật có khối lượng 0,5 kg móc vào lực kế treo trong buồng thang máy. Thang máy đi xuống và được hãm với gia tốc 1 m/s^2. Số chỉ của lực kế là:

A. 0,5 N B. 5,4 N C. 4,9 N D. 4,4 N

Trả lời

Thang máy đi xuống và được hãm với gia tốc 1 m/s^2 nên lực quán tính cùng hướng với trọng lực . Do đó số chỉ của lực kế bằng:

$$F = ma + mg = 0,5\ (1 + 9,8) = 5,4\ N$$

Đáp án: B

Bài 21.3: Một người có khối lượng m = 60 kg đứng trong buồng thang máy trên một bàn cân của lò xo. Nếu cân chỉ trọng lượng của người là:

a. 588 N b. 606 N c. 564 N

thì gia tốc của thang máy như thế nào?

Giải

a. Cân chỉ 588 N:

Trọng lượng của người đứng trong thang máy là lực tác dụng của người đó lên sàn thang máy và bằng phản lực của thang máy tác dụng lên người đó:

$$N = F_{qt} + P = ma + mg = 558\ N \Rightarrow a = \frac{N}{m} - g = \frac{588}{60} - 9,8 = 0$$

⇒ thang máy sẽ đứng yên hoặc chuyển động thẳng đều

b. Cân chỉ 606 N: Tương tự:

$$a = \frac{N}{m} - g = \frac{606}{60} - 9,8 = 0,3\ m/s^2 \Rightarrow \text{gia tốc } \vec{a} \text{ hướng lên}$$

c. Cân chỉ 564 N: $a = \frac{N}{m} - g = \frac{564}{60} - 9,8 = -0,4\ m/s^2$

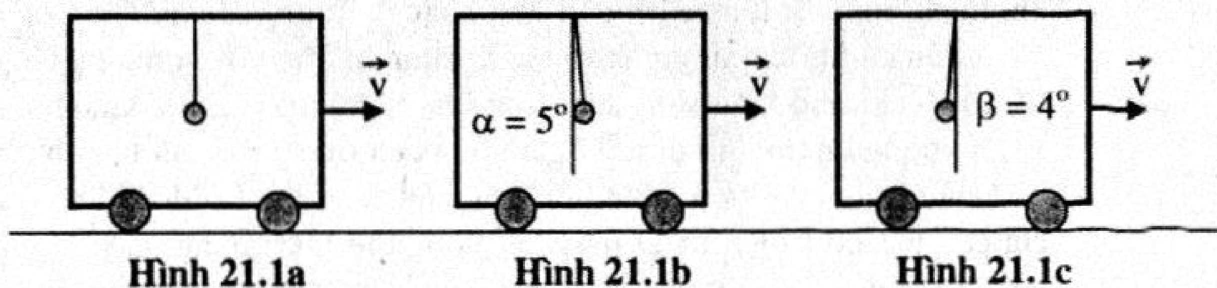
⇒ gia tốc $\vec{a}$ hướng xuống

Đáp số: a) a = 0; b) a = 0,3 m/s^2 hướng lên; c) a = - 0,4 m/s^2 hướng xuống

Bài 21.4: Một quả cầu nhỏ, khối lượng m = 300 g, buộc vào đầu dây treo vào trần của toa tàu đang chuyển động. Hình 21.1 ghi lại những vị trí ổn định của quả cầu trong một số trường hợp.

a. Hãy nhận xét về tính chất của chuyển động của tàu trong mỗi trường hợp

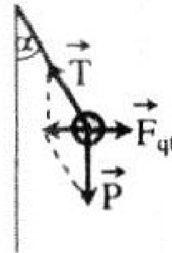
b. Tính gia tốc của tàu và lực căng của dây treo trong mỗi trường hợp.



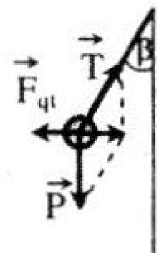
Hình 21.1a **Hình 21.1b** **Hình 21.1c**

Giải

a. Nhận xét về tính chất của chuyển động của tàu trong mỗi trường hợp:



Hình 21.1d



Hình 21.1e

❖ Trên hình 21.1a ta thấy góc lệch giữa phương dây treo và phương thẳng đứng bằng không do đó tàu chuyển động thẳng đều hoặc đứng yên.

❖ Trên hình 21.1b ta thấy góc lệch giữa phương dây treo và phương thẳng đứng bằng 5^o lệch về phía cùng chiều chuyển động. Chứng tỏ lực quán tính cùng chiều với chiều chuyển động hay a ngược chiều vận tốc. Vậy tàu đang chuyển động chậm dần đều.

❖ Trên hình 21.1c ta thấy góc lệch giữa phương dây treo và phương thẳng đứng bằng 4^o lệch về phía ngược chiều chuyển động. Chứng tỏ lực quán tính ngược chiều với chiều chuyển động hay gia tốc a cùng chiều vận tốc. Vậy tàu đang chuyển động nhanh dần đều.

b. Tính gia tốc của tàu và lực căng của dây treo trong mỗi trường hợp:

❖ Xét điều kiện cân bằng khi treo quả cân có khối lượng $m_1 = 300$ (g). Tàu chuyển động thẳng đều hoặc đứng yên do đó gia tốc bằng không. Lực căng dây bằng trọng lực: $P = T = mg = 0,3.9,8 = 2,94$ N

❖ Xét trường hợp 21.1b:

Các lực tác dụng vào quả cầu được phân tích như trên hình 21.2d:

Ta có $tg\alpha = -\frac{F_{qt}}{P} = -\frac{ma}{mg} = -\frac{a}{g} = -tg5^o$

$$\Rightarrow a = -9,8.0,0875 = -0,86 \text{ m/s}^2$$

Mặt khác: $\sin\alpha = -\frac{F_{qt}}{T} = -\frac{ma}{T} = -\sin 5^o \Rightarrow T = 2,95$ N

❖ Xét trường hợp 21.1c: Các lực tác dụng vào quả cầu được phân tích như trên hình 21.1e:

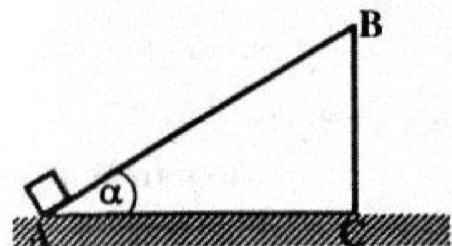
Tương tự 21.1b ta có: $a = 9,8.tg4^0 = 0,69 \text{ m/s}^2$

$T = 2,97$ N

Đáp số: a. a = 0; a < 0; a > 0

b. a = 0; T = 2,94 N; a = - 0,886 m/s²; T = 2,95 N' a = 0,69 m/s²; T = 2,97 N

Bài 21.5: Khối nêm hình tam giác vuông ABC có góc nghiêng $\alpha = 30^o$ đặt trên bàn nằm ngang hình 21.2. Cần phải làm cho khối nêm chuyển động trên mặt bàn với gia tốc như thế nào để một vật nhỏ đặt tai A có thể leo lên mặt phẳng nghiêng? Bỏ qua ma sát.



Hình 21.2

Giải

Xét hợp lực tác dụng lên vật nhỏ tại A hình 21.2a

Trọng lực $\vec{P}$, lực quán tính ngược chiều với lực đẩy $\vec{F}_{qt}$.

Để vật có thể leo lên được trên mặt phẳng nghiêng thì:

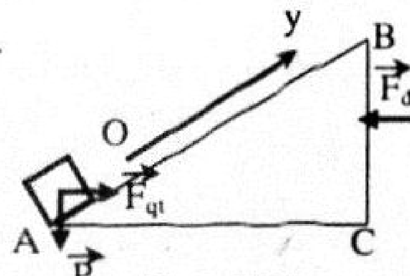
$P_{Oy} < F_{qtOy}$

$F_{qt}\cos\alpha > P\sin\alpha$

$m.a.\cos\alpha > m.g.\sin\alpha$

$a > g.tg\alpha$

$a > 9{,}8.tg30^o \Leftrightarrow a > 5{,}66\ (m/s^2)$



Hình 21.2a

Đáp số: $a > 5{,}66\ m/s^2$

Bài 21.6: Một quả cầu khối lượng m = 2 kg treo vào đầu một sợi dây chỉ chịu được lực căng tối đa $T_m = 28$ N. Hỏi có thể kéo dây đi lên phía trên với gia tốc lớn nhất là bao nhiêu mà dây chưa đứt?

Giải

Lực căng dây (T) để không đứt khi: $T \le T_m = 28$ (N)

$$T = P + F_{qt} \Leftrightarrow mg + ma \le T_m \Leftrightarrow a \le \frac{T_m - mg}{m}$$

$$a \le \frac{28 - 2.10}{2} = 4\ (m/s^2)$$

Vậy dây kéo lên phía trên với gia tốc lớn nhất để dây không đứt là: $a_{max} = 0{,}8\ m/s^2$

Đáp số: $a \le 4\ m/s^2$

C. BÀI TẬP LUYỆN TẬP

Bài 21.7: Một người đứng trên một cân bàn đặt trong thang máy. Khi thang máy chuyển động đi lên nhanh dần đều với gia tốc a = 2 m/s^2 ta thấy lực kế chỉ 600 N. Tính khối lượng của người đó. Lấy g = 10 m/s^2.

Hướng dẫn giải

Khi thang máy đi lên nhanh dần đều có gia tốc a (hệ qui chiếu phi quán tính), chọn hệ qui chiếu gắn với thang máy. Ta có:

$$\vec{P} + \vec{N} + \vec{F}_{qt} = 0$$

Trong đó : N = trọng lượng của người đó ; $\vec{N}$ hướng lên.

$\vec{F}_{qt} = -m\vec{a}$; $\vec{F}_{qt}$ hướng xuống

$\vec{P} = m\vec{g}$; $\vec{P}$ hướng xuống

$\Rightarrow N = P + F_{qt} = m(g + a) = 600$ N

Khối lượng của người đó là: $m = \dfrac{N}{g+a} = \dfrac{600}{10+2} = 50$ kg

Bài 21.8: Một lò xo có chiều dài tự nhiên l_0, độ cứng k = 100 N/m đầu trên treo vào trần một thang máy. Treo vào đầu dưới của lò xo một vật có khối lượng 400 g. Khi thang máy đứng yên thì chiều dài của lò xo là 34 cm. Khi thang máy đi xuống nhanh dần đều thì chiều dài lò xo lúc cân bằng là 32 cm. Tính:

c. chiều dài tự nhiêu l_0.

d. gia tốc của thang máy. Lấy g = 10 m/s^2.

Tóm tắt

$m = 400\ g = 0,4\ kg$; $k = 100\ N/m$; $l_1 = 34\ cm$; $l_2 = 32\ cm$; $g = 10\ m/s^2$

a) $l_0 = ?$; b) $a = ?$

Hướng dẫn giải

a. Khi thang máy đứng yên (hệ qui chiếu quán tính) ta có :

$$\vec{P} + \vec{F}_{dh} = 0$$

$$P = F_{dh} \Rightarrow mg = k\Delta l_1 = k.(l_1 - l_0) \Rightarrow l_0 = l_1 - \frac{mg}{k} = 34 - \frac{0,4.10}{100}.10^2 = 30\ cm$$

b. Khi thang máy đi xuống nhanh dần đều có gia tốc a(hệ qui chiếu phi quán tính), chọn hệ qui chiếu gắn với thang máy. Ta có:

$$\vec{P} + \vec{F}_{dh} + \vec{F}_{qt} = 0$$

$$F_{qt} = P - F_{dh} = ma$$

$$F_{dh} = k.\Delta l_2 = k.(l_2 - l_0) = 100.0,02 = 2\ N \Rightarrow F_{qt} = P - F_{dh} = 0,4.10 - 2 = 2\ N$$

$$\Rightarrow a = \frac{F_{qt}}{m} = \frac{2}{0,4} = 5\ m/s^2$$

Đáp số: a) $l_0 = 30\ cm$; b) $a = 5\ m/s^2$

Bài 22 - LỰC HƯỚNG TÂM VÀ LỰC QUÁN TÍNH LI TÂM HIỆN TƯỢNG TĂNG, GIẢM, MẤT TRỌNG LƯỢNG

A. HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI

Câu 22.1: Trọng lực, trọng lượng là gì? Khi nào xảy ra hiện tượng tăng, giảm, mất trọng lượng?

Trả lời

Phát biểu: Trọng lực của một vật trong hệ qui chiếu mà vật đứng yên là hợp lực của lực hấp dẫn của Trái Đất và các lực quán tính tác dụng lên vật.

- Biểu thức: $\vec{P} = \vec{F}_{hd} + \vec{F}_{qt}$
- Trọng lượng của vật là độ lớn của trọng lực tác dụng lên vật.
- Hiện tượng tăng trọng lượng: khi trọng lượng của người hoặc vật lớn hơn lực hấp dẫn mg thì đó là hiện tượng tăng trọng lượng .
- Hiện tượng giảm trọng lượng khi trọng lượng của người hoặc vật nhỏ hơn lực hấp dẫn mg thì đó là hiện tượng giảm trọng lượng.
- Hiện tượng mất trọng lượng khi người đang ở trong một hệ gia tốc $\vec{a} = \vec{g}$ thì theo (*) trọng lượng của người bằng không đó là hiện tượng mất trọng lượng.

Câu 22.2: Buộc dây vào quai một cái xô nhỏ đựng nước rồi cầm một đầu dây quay xô trong mặt phẳng thẳng đứng. Vì sao khi quay đủ nhanh thì ở vị trí xô lộn ngược, nước vẫn không rớt ra khỏi xô?

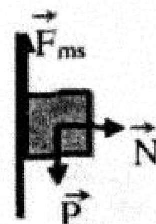
Trả lời

Vì khi xô quay rất nhanh thì lực quán tính của nước trong xô sẽ có hướng ngược với lực hướng tâm tức là hướng lên phía trên nên nước trong xô sẽ không bị chảy ra ngoài.

Câu 22.3: Trong thí nghiệm bố trí như ở hình 22.9 SGK, khi bình hình trụ được quay nhanh, ta có thể đặt một bao diêm áp vào mặt trong của bình.

- Lực nào là lực hướng tâm đặt vào bao diêm?
- Vì sao bao diêm không rơi?

Trả lời



Hình 22.1

- Khi bình hình trụ quay nhanh, phản lực N của vỏ bình tác dụng lên bao diêm sẽ đóng vai trò lực hướng tâm làm bao diêm quay tròn theo thành bình.
- Mặt khác nếu xét trong hệ qui chiếu gắn với thành bình thì bao diêm đang đứng yên, như vậy đã xuất hiện một lực quán tính li tâm đặt vào bao diêm và cân bằng với lực hướng tâm hình 22.1.

$$F_{li\ tâm} = F_{ht} = N = \frac{mv^2}{R}$$

Lực ma sát giữ bao diêm gắn với thành bình được tính bởi công thức:

$$\Rightarrow F_{ms} = \mu N = \mu\frac{mv^2}{R}$$

Bình quay càng nhanh thì f_{ms} càng lớn do đó bao diêm càng khó rơi.

Câu 24.4: Trong thiết bị như ở hình 22.9 SGK, nếu hình trụ là một cái lồng và ta cho vào lồng một miếng giẻ ướt, thì khi lồng quay nhanh, nước sẽ văng ra. Giải thích hiện tượng đó. Tìm những ví dụ thực tế ứng dụng loại hiện tượng đó.

Trả lời

Các hạt nước nằm bên trong giẻ ướt khi bị quanh nhanh sẽ bị văng ra ngoài do lực quán tính li tâm. Ứng dụng thực tế của loại hiện tượng này là bộ phận lồng xoay trong các loại máy giặt, hoặc khi một người nào đó muốn làm khô nhanh một vật thì người đó cầm vật ướt trong tay, vẫy theo một đường cung tròn rất mạnh, nước sẽ bị lực li tâm đẩy văng ra ngoài.

Câu 24.5: Chứng minh rằng hiện tượng mất trọng lượng xảy ra trong những con tàu vũ trụ chỉ chịu tác dụng của lực hấp dẫn của thiên thể (ngoài ra không có lực nào khác tác dụng).

Trả lời

Một con tàu vũ trụ chỉ chịu tác dụng của lực hấp dẫn của một thiên thể nào đó, lực này là lực hướng tâm $\vec{F}_{ht} = m\vec{g}$ nên con tàu sẽ chuyển động tròn đều quanh hành tinh đó với gia tốc hướng về tâm quĩ đạo a = g = gia tốc trọng trường của hành tinh đó. Khi đó trong con tàu các nhà du hành còn chịu tác dụng của lực quán tính li tâm: $\vec{F}_{qt} = -m\vec{g}$

Trọng lượng của các phi hành gia được tính bởi công thức:

$$\vec{P} = \vec{F}_{ht} + \vec{F}_{qt} = m\vec{g} - m\vec{g} = 0$$

$\Rightarrow$ các phi hành gia ở trạng thái mất trọng lượng

B. HƯỚNG DẪN GIẢI BÀI TẬP

Bài 22.1: Các nhà du hành vũ trụ trên con tàu quay quanh trái đất đều ở trong trạng thái mất trọng lượng là do:

A. Con tàu ở rất xa Trái Đất nên lực hút của Trái Đất giảm đáng kể.

B. Con tàu ở vào vùng mà lực hút của Trái Đất và lực hút của Mặt Trăng cân bằng nhau.

C. Con tàu đã thoát ra khỏi khí quyển của Trái Đất.

D. Các nhà du hành và con tàu cùng "rơi" về Trái Đất với gia tốc g nên không còn lực của người đè vào sàn tàu.

Trả lời

Đáp án: D

Bài 22.2: Trong thí nghiệm ở hình 22.3 SGK, dây dài 0,5 m. Hãy tính số vòng quay trong một giây để dây lệch đi góc $\alpha = 60^\circ$ so với phương thẳng đứng.

Tóm tắt

$l = 0,5$ m; f ? $\alpha = 60^\circ$

Giải

$$\vec{T} + \vec{P} = \vec{F}_{ht} \qquad (1)$$

Chiếu (1) lên chiều dương như hình 22.2:

$$F_{ht} = T\sin\alpha \Leftrightarrow \frac{mv^2}{R} = T\sin\alpha \qquad (2)$$

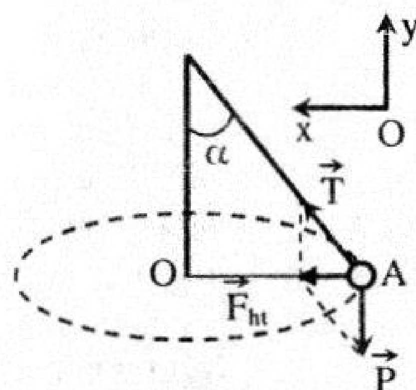
Chiếu (1) lên chiều dương thẳng đứng hướng lên trên: $\cos\alpha.T - P = 0$ (3)

$$T = \frac{P}{\cos\alpha}$$

Từ (2) và (3) ta có: $\frac{mv^2}{R} = \frac{P}{\cos\alpha}\sin\alpha = P\,tg\alpha$

$\Leftrightarrow m\omega^2 R = mgtg\alpha \Leftrightarrow mR.(2\pi n)^2 = mgtg\alpha$

$$\Rightarrow n = \sqrt{\frac{gtg\alpha}{4\pi^2 R}} = \sqrt{\frac{10.\sqrt{3}}{4.10.0,5\frac{\sqrt{3}}{2}}} = 1\,(\text{vòng/s})$$

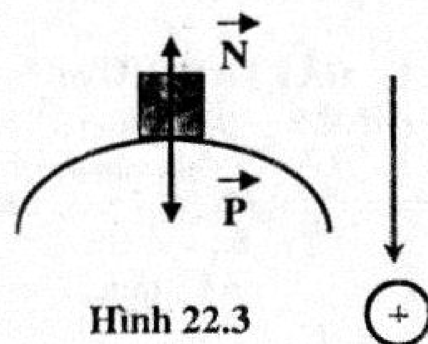


Hình 22.2

Đáp số: n = 1 vòng /s

Bài 22.3: Một ô tô khối lượng m = 1200 kg (coi là chất điểm), chuyển động với vận tốc 36 km/h trên chiếc cầu vòng lên coi như cung tròn có bán kính R = 50 m hình 22.10 SGK. Tính áp lực của ô tô vào mặt cầu tại điểm cao nhất.

Nếu cầu võng xuống (các số liệu vẫn giữ như trên) thì áp lực của ô tô vào mặt cầu tại điểm thấp nhất là bao nhiêu? So sánh hai đáp số và nhận xét.



Hình 22.3

Tóm tắt

m = 1200 kg; v = 36 km/h = 10 m/s; R = 50 m; N_1? N_2?

Giải

- Các lực tác dụng vào ô tô ở vị trí cao nhất: $\vec{N} + \vec{P} = \vec{F}_{ht}$

Từ hình Chọn trục toạ độ hướng thẳng đứng xuống dưới.

Chiếu hệ thức trên lên trục toạ độ ta có: $-N_1 + P = \dfrac{mv^2}{r}$

$$N_1 = mg - \frac{mv^2}{r} = 1200.9.8 - \frac{1200.10^2}{50} = 9360\text{ N}$$

- Nếu cầu võng xuống: $\vec{N} + \vec{P} = \vec{F}_{ht}$ (1)

Chiếu (1) lên chiều dương thẳng đứng hướng lên trên: $F_{ht} = N_2 - P$

$$\Rightarrow N_2 = F_{ht} + P = m\frac{v^2}{r} + mg = m\left(\frac{v^2}{r} + g\right)$$

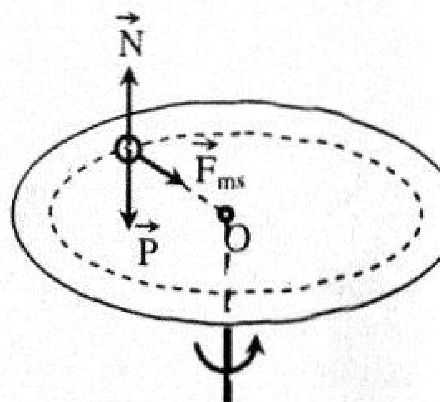
$$N_2 = 1200\left(\frac{10^2}{50} + 9{,}8\right) = 14\ 160\text{ N}$$

Ta thấy $N_1 < N_2$

Nhận xét : khi xe chuyển động trên đường cong lồi (trọng lực hướng vào tâm) thì áp lực của xe lên mặt đường nhỏ hơn chuyển động trên đường cong lõm với cùng vận tốc.

Đáp số: ***$N_1 = 9360$ N; $N_2 = 14\ 160$ N; $N_1 < N_2$***

Bài 22.4: Trong thí nghiệm ở hình 22.4 SGK, nếu hệ số ma sát giữa vật và mặt bàn là 0,25 và vận tốc góc của bàn là 3 rad/s thì có thể đặt vật ở vùng nào trên mặt bàn để nó không bị trượt đi?



Hình 22.4

Giải

Xét hệ như hình 22.4. Để vật không bị trượt ra khỏi mặt bàn thì :

$$F_{qt} \le F_{ms} = \mu N$$

$$\Leftrightarrow m\omega^2 R \le \mu N = \mu mg$$

$$\Leftrightarrow R \le \frac{\mu mg}{m\omega^2} = \frac{\mu g}{\omega^2} = \frac{0{,}25.9{,}8}{3^2} = 0{,}27\text{ (m)}$$

Đặt vật trong khoảng bán kính $R \le 0{,}27$ m thì vật không bị trượt ra ngoài.

Đáp số: $R \le 0{,}27$ m

C. BÀI TẬP LUYỆN TẬP

Bài 22.5: Một bánh xe đường kính 1m lăn đều trên đoạn đường 31,4 m trong 5 giây. Tính vận tốc dài và gia tốc hướng tâm của một điểm nằm ở mép bánh xe.

Giải

Áp dụng công thức tính vận tốc góc ta có: $\omega = \dfrac{v}{R} = \dfrac{2\pi}{T} = 2\pi n$

Chu vi của bánh xe là: $C = \pi . d = 3{,}14 . 1 = 3{,}14$ (m)

Số vòng quay của bánh xe khi đi từ A → B: $N = \dfrac{l}{C} = \dfrac{31{,}4}{3{,}14} = 10$ (vòng)

Vậy số vòng quay trong 1 (s) là: $n = \frac{10}{5} = 2$ (vòng)

Vận tốc góc của bánh xe: $\omega = 2\pi n = 4\pi$ (rad/s)

Vận tốc dài của một điểm nằm ở mép bánh xe, cách tâm 0,5 m:

$$v = \omega R = 4 \,.\, 3{,}14 \,.\, 0{,}5 = 6{,}28 \text{ m/s}$$

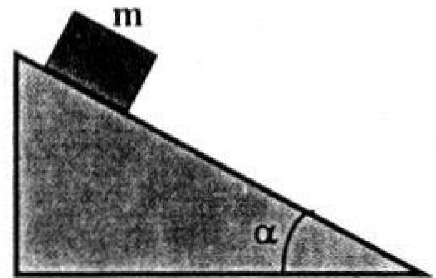
Gia tốc hướng tâm: $a = \frac{v^2}{R} = \frac{6{,}28^2}{0{,}5} = 78{,}88 \text{ m/s}^2$

Đáp số: ***$v = 6{,}28$ m/s; $a_{ht} = 78{,}88$ m/s^2***

Bài 23 - BÀI TẬP VỀ ĐỘNG LỰC HỌC

A. HƯỚNG DẪN GIẢI BÀI TẬP

Bài 23.1: Vật khối lượng m đặt trên mặt phẳng nghiêng hợp với phương nằm ngang một góc α (hình 23.1). hệ số ma sát trượt giữa vật và mặt phẳng nghiêng là μ_t. Khi được thả ra, vật trượt xuống. Gia tốc của vật phụ thuộc vào



Hình 23.1

A. μ_t, m, α. B. μ_t, g, α.

C. m, α, μ_t. D. μ_t, m, g, α.

Giải

Gia tốc của vật trượt trên mặt phẳng nghiêng một góc α so với phương nằm ngang là: $a = g(\sin\alpha + \mu_t\cos\alpha)$

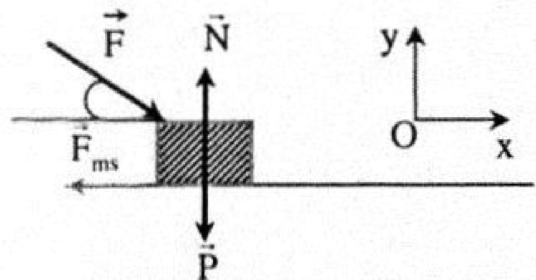
Đáp án: B

Bài 23.2: Một cái hòm khối lượng m = 40 kg đặt trên sàn nhà. Hệ số ma sát trượt giữa hòm và sàn nhà là $\mu = 0{,}2$. Người ta đẩy hòm bằng một lực F = 200 N theo phương hợp với phương nằm ngang một góc $\alpha = 30^o$, chếch xuống phía dưới như hình 23.2. Tính gia tốc của hòm.

Tóm tắt

$m = 40$ kg; $\mu = 0{,}2$; $F = 200$ N; $\alpha = 30^o$; a =?

Giải



Hình 23.2

Xét hợp lực tác dụng lên vật

$$\vec{F}_{ms} + \vec{P} + \vec{N} + \vec{F} = m\vec{a} \qquad (1)$$

Chiếu phương trình (1) lên phương Oy ta có:

$$N - P - F\sin\alpha = 0 \Leftrightarrow N = mg + F\sin\alpha \quad (2)$$

Chiếu phương trình (1) lên phương Oy ta có:

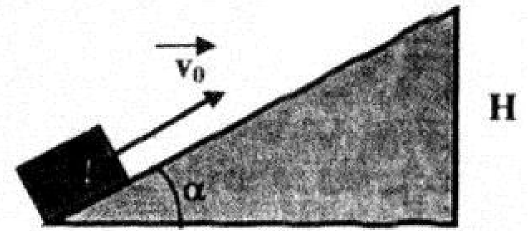
$$F\cos\alpha - F_{ms} = ma \Rightarrow F\cos\alpha = ma + F_{ms}$$

$$a = \frac{F\cos\alpha - F_{ms}}{m} = \frac{F\cos\alpha - \mu N}{m}$$

$$a = \frac{F\cos\alpha - \mu(mg + F\sin\alpha)}{m} = \frac{200.\cos 30^0 - 0{,}2.(40.9{,}8 + 200\sin 30^0}{40} = 1{,}87 \text{ m/s}^2$$

Đáp số: $a = 1{,}87$ m/s^2

Bài 23.3: Một vật đặt trên mặt phẳng nghiêng (góc nghiêng $\alpha = 30^o$), được truyền một vận tốc ban đầu $v_o = 2$ m/s như hình 23.3. Hệ số ma sát giữa vật và mặt phẳng nghiêng là 0,3.



Hình 23.3

a. Tính gia tốc của vật.

b. Tính độ cao lớn nhất (H) mà vật đạt tới.

c. Sau khi đạt tới độ cao H, vật sẽ chuyển động như thế nào?

Tóm tắt

$\alpha = 30^o$ $v_o = 2$ m/s; $\mu = 0{,}3$

a) a = ? b) H= ? c) chuyển động như thế nào?

Giải

a. Các lực tác dụng vào vật như hình 23.3a.

Xét hợp lực tác dụng vào vật. Theo định luật II Niu-tơn:

$$\vec{F}_{ms} + \vec{P} + \vec{N} = m\vec{a}$$

Chiếu lên phương chuyển động Ox

$$-F_{ms} - P\sin\alpha = ma \quad (2)$$

Chiếu lên phương Oy:

$$N - P\cos\alpha = 0 \quad (3)$$

$$N = P\cos\alpha = mg\cos\alpha$$

$$F_{ms} = \mu N = \mu\, mg\cos\alpha$$

Hình 23.3a

Từ (2): $a = \dfrac{-\mu.mg.\cos\alpha - mg.\sin\alpha}{m} = -g\,(\mu.\cos\alpha + \sin\alpha)$

$$a = -9{,}8.\,(0{,}3.\frac{\sqrt{3}}{2} + \frac{1}{2}) = -7{,}45 \text{ m/s}^2$$

Vật chuyển động chậm dần đều với độ lớn gia tốc: $a = -7{,}45$ m/s²

b. Độ cao lớn nhất (H) mà vật đạt tới:

Khi vật đạt tới độ cao lớn nhất H thì tại điểm này vận tốc $v_S = 0$

Từ câu a) ta có $a = -7{,}45$ (m/s²)

$$v_S^2 - v_0^2 = 2as \Rightarrow \quad 0^2 - v_0^2 = 2as$$

$$\Rightarrow s = -\frac{v_0^2}{2a} = \frac{2^2}{2.7{,}45} = 0{,}268 \text{ (m)}$$

Vậy độ cao (H) lớn nhất:

$$H = s.\sin\alpha = 0{,}268.\sin 30^o = 0{,}134 \text{ (m)}$$

c. Sau khi đạt tới độ cao H = 0,1315 (m) do trọng lực vật lại trượt nhanh dần đều xuống dốc.

Đáp số : a) a = - 7,45 m/s²; b) H = 0,134 m

Bài 23.4: con lắc gồm một quả cầu nhỏ khối lượng m = 200 g treo vào sợi dây chiều dài l = 15 cm, buộc vào đầu một cái cọc gắn vào mép một cái bàn quay hình 23.4. Bàn có bán kính r = 20 cm và quay với vận tốc góc không đổi.

a. Tính số vòng quay của bàn trong 1 min để dây nghiêng so với phương thẳng đứng một góc $\alpha = 60^0$.

b. Tính lực căng dây trong trường hợp của câu a).

Giải

a. Các lực tác dụng vào vật gồm: Trọng lực $\vec{P}$ và lực căng dây $\vec{\tau}$. Hợp hai lực này là lực hướng tâm $\vec{F}_{ht}$ gây ra chuyển động tròn đều của vật trong mặt song song với mặt bàn như hình 23.4a, với bán kính:

$$R = r + l\sin\alpha$$

Theo định luật II Niu-tơn ta có: $\vec{P} + \vec{\tau} = \vec{F}_{ht}$

$\Rightarrow F_{ht} = P\mathrm{tg}\alpha$

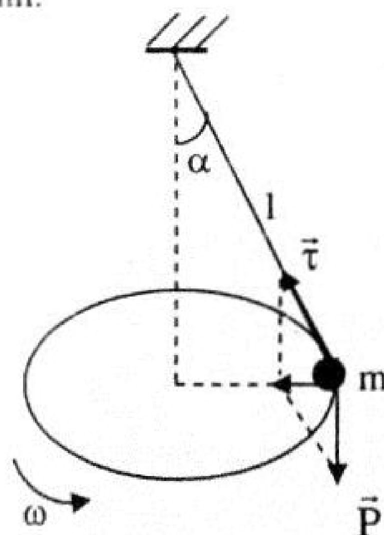
$\Rightarrow ma_{ht} = mR\omega^2 = mg\mathrm{tg}\alpha$

Vận tốc góc:

$\Rightarrow \omega = \sqrt{\dfrac{g.\mathrm{tg}\alpha}{R}} = \sqrt{\dfrac{g\mathrm{tg}\alpha}{r + l\sin\alpha}}$

$\Rightarrow \omega = \sqrt{\dfrac{9{,}8.\tan 60^0}{0{,}2 + 0{,}15.\sin 60^0}}$

$\approx 7{,}17$ rad/s = 68,5 vòng/phút



Hình 23.4a

b. Lực căng dây τ :

$$\tau = \frac{P}{\cos\alpha} = \frac{mg}{\cos\alpha} = \frac{0{,}2.9{,}8}{\cos 60^0} = 3{,}92\ \text{N}$$

Đáp số: a) $\omega = 68{,}5$ vòng/phút; b) $\tau = 3{,}92$ N

Bài 24 - CHUYỂN ĐỘNG CỦA HỆ VẬT

A. HƯỚNG DẪN GIẢI BÀI TẬP

Bài 24.1: Cho hệ vật như hình 24.1. Biết $m_A > m_B$. Gia tốc của vật là a. Lực căng dây bằng

A. m_Ag B. $(m_A + m_B)g$

C. $(m_A - m_B)g$ D. $m_A(g - a)$

Giải

Áp dụng định luật II Niu-tơn cho vật A, ta có:

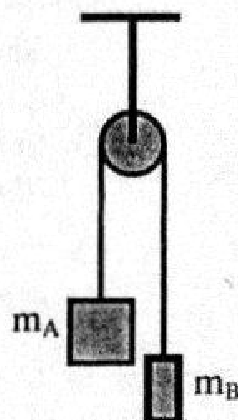
$$\vec{P}_A + \vec{\tau} = m_A\vec{a}$$

Vì $m_A > m_B$ nên vật chuyển động theo chiều A đi xuống, B đi lên. Chiếu xuống phương chuyển động của hệ, chọn chiều dương là chiều chuyển động, ta có:

$$P_A - \tau = m_A a$$

Lực căng dây:

$$\tau = P_A - m_Aa = m_A(g - a)$$



Hình 24.1

Đáp án: D

Bài 24.2: Một đầu tàu có khối lượng 50 tấn được nối với hai toa, mỗi toa có khối lượng 20 tấn. Đoàn tàu bắt đầu chuyển động với gia tốc $a = 0{,}2$ m/s^2. Hệ số ma sát lăn giữa bánh xe với đường ray là 0,05. Hãy tính:

a. Lực phát động tác dụng lên đoàn tàu.
b. Lực căng ở những chỗ nối.

Giải

a. Xét theo phương Ox hệ gồm: $\vec{F}_{ms_1} + \vec{F}_{ms_2} + \vec{F}_{ms_o} + \vec{F} = M\vec{a}$ (1)

Chiếu lên phương chuyển động: $F - (F_{ms_o} + F_{ms_1} + F_{ms_2}) = Ma$

$$\Rightarrow \quad F = Ma + (F_{ms_o} + F_{ms_1} + F_{ms_2})$$

$$(M = m_o + m_1 + m_2)$$

$$\Rightarrow F = Ma + \mu g(m_o + m_1 + m_2) = M(a + \mu g)$$

$$\Rightarrow \quad F = (50 + 20 + 20).10^3 (0,2 + 0,05.9.8)$$

$$F = 62\ 100\ N$$

b. Lực căng ở mỗi chỗ nối

Xét đầu tàu: $F - F_{ms_o} - T_o = m_o a \Rightarrow T_o = F - F_{ms_o} - m_o a = F - km_o g - m_o a$

$$= 62\ 100 - 0,05.\ 50.10^3.9,8 - 50.10^3.0,2$$

$$\Rightarrow T_o = T_1 = 27\ 600\ N$$

Lực căng dây giữa hai toa 1 và 2

Xét toa tàu số 2: $-F_{ms_2} + T_2 = m_2 a$

$$T_2 = m_2 a + F_{ms_2} = 20.10^3.0,2 + 0,05.20.10^3.10 = 13\ 800\ N$$

Đáp số: a. F = 62 100 N; T = 27 600 N; T_2 = 13 800 N

Bài 24.3: Người ta vắt ngang qua một chiếc ròng rọc nhẹ một đoạn dây, ở hai đầu có treo hai quả cân A và B có khối lượng là $m_A = 260$ g và $m_B = 240$ g như hình 24.1. Thả cho hệ bắt đầu chuyển động. Hãy tính:

a. Vận tốc của mỗi quả cân ở giây thứ nhất.
b. Quãng đường mà mỗi quả cân đi được trong giây thứ nhất.

Bỏ qua ma sát ở ròng rọc, coi dây là không dãn.

Giải

a. Coi m_A và m_B là hệ vật thì ngoại lực tác dụng vào hệ là trọng lực $\vec{P}_A$ và $\vec{P}_B$.

Theo định luật II Niu-tơn ta có: $\vec{P}_A + \vec{P}_B = (m_A + m_B)\vec{a}$

Vì $m_A > m_B$ nên vật chuyển động theo chiều A đi xuống, B đi lên. Chiếu xuống phương chuyển động của hệ, chọn chiều dương là chiều chuyển động, ta có: $P_A - P_B = (m_A - m_B)g = (m_A + m_B)a$

$$\Rightarrow a = \frac{m_A - m_B}{m_A + m_B} g$$

Gia tốc của hệ là: $a = \dfrac{g(m_A - m_B)}{m_B + m_A} = \dfrac{9,8(0,26 - 0,24)}{0,26 + 0,24} = 0,392\ m/s^2$

Vận tốc của mỗi quả cân ở giây thứ nhất:

$$v_1 = v_2 = v = a.t = 0,392\ .1 = 0,392\ m/s$$

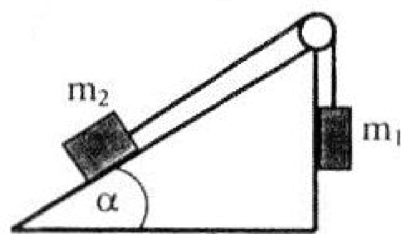
b. Quãng đường mà mỗi quả cân đi được trong giây thứ nhất:

$$v_S^2 - v_0^2 = 2as \Rightarrow s = \frac{v_S^2}{2a} = \frac{(0,392)^2}{2.0,392} = 0,196\ m$$

Đáp số: v = 0,392 m/s; s = 0,196 m

Bài 24.4: Trong ví dụ 2 của SGK ở bài 24, nếu cho m_1 những giá trị khác nhau (các dữ kiện vẫn giữ nguyên) thì hiện tượng có thể diễn ra theo những khả năng nào? Tìm phạm vi giá trị của m_1 để xảy ra mỗi khả năng ấy.

Giải



Từ ví dụ 2 trong bài 24 như hình 24.3 SGK ta có: $m_2 = 200$ g; $\mu = 0,3$; $\alpha = 30^o$; $g = 9,8$ m/s^2

Chọn trục toạ độ và chiều dương như hình vẽ.

Theo định luật II Niutơn: $\begin{cases} \vec{P_1} + \vec{T_1} = m_1\vec{a} & (1) \\ \vec{P_2} + \vec{N} + \vec{F}_{ms} + \vec{T_2} = m_2\vec{a} & (2) \end{cases}$

Hình 24.2

Chiếu (1) lên trục thẳng đứng chiều dương hướng xuống ta có:

$$-T_1 + P_1 = m_1 a \qquad (3)$$

Chiếu (2) lên trục Ox: $-P_2\sin\alpha - F_{ms} + T_2 = m_2 a$ (4)

Mà $T_1 = T_2 = T$

Lấy (3) cộng (4) vế theo vế ta có:

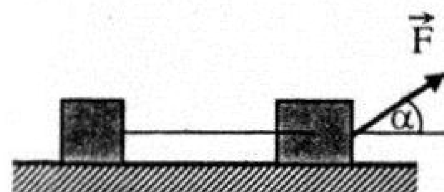
$$-P_2\sin\alpha - \mu P_2\cos\alpha + m_1 g = (m_1 + m_2)a$$

$$\Rightarrow a = \frac{m_1 - m_2(\sin\alpha + \mu\cos\alpha)}{m_1 + m_2}g$$

- Nếu $m_1 > m_2$
  $(\sin\alpha + \mu\cos\alpha) = 200 . (\sin30^0 + 0,3.\cos30^0) = 150$ g thì $a > 0$
  $\Rightarrow$ hệ chuyển động theo chiều m_1 đi xuống.
- Ngược lại nếu $m_1 < 150$ g $\Rightarrow$ thì $a < 0$
  $\Rightarrow$ hệ chuyển động theo chiều m_1 đi lên.
- Nếu $m_1 = 150$ g: $a = 0 \Rightarrow$ hệ đứng yên.

B. BÀI TẬP LUYỆN TẬP

Bài 24.5: Hai vật cùng khối lượng m = 1 kg được nối với nhau bằng sợi dây không dãn và khối lượng dây không đáng kể, một trong hai vật chịu tác dụng của lực kéo F hợp với phương ngang góc $\alpha = 30^o$. Hai vật có thể trượt trên mặt bàn nằm ngang, hệ số ma sát giữa vật và mặt bàn là $\mu = 0,1$. hình 24.3. Biết rằng dây chỉ chịu được lực căng lớn nhất là 10 N. Tìm lực kéo lớn nhất để dây không đứt.

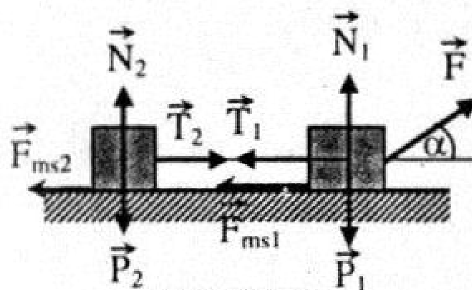


Hình 24.3

Tóm tắt

$m = 1$ kg; $\alpha = 30^o$; $\mu = 0,1$; F?

Giải



Hình 24.3a

Từ hình 24.3a, các lực tác dụng vào vật 1:

$$\vec{F} + \vec{P_1} + \vec{N_1} + \vec{F}_{ms1} + \vec{T_1} = m_1\vec{a_1} (*)$$

Chiếu phương trình trên lên trục Ox song song với mặt bàn.

$$F\cos30^o - T_1 - F_{ms1} = m_1 a_1 \ (1)$$

Chiếu phương trình (*) lên trục Oy vuông góc với mặt bàn:

$$F\sin 30^o - P_1 + N_1 = 0$$
$$\Rightarrow N_1 = P_1 - F\sin 30^o$$
$$\Rightarrow F_{ms1} = \mu N_1 = \mu(mg - F\sin 30^o)$$

Từ (1) suy ra $F\cos 30^o - T_1 - \mu(m_1g - F\sin 30^o) = m_1a_1$ (2)

Xét các lực tác dụng vào vật hai: $\vec{P}_2 + \vec{N}_2 + \vec{F}_{ms2} + \vec{T}_2 = m_2\vec{a}_2$

Chiếu phương trình trên lên trục Ox song song với mặt bàn.

$$T_2 - F_{ms2} = m_2a_2 \ (3)$$

Chiếu phương trình trên lên trục Oy vuông góc với mặt bàn:

$$-P_2 + N_2 = 0 \Rightarrow N_2 = P_2 \Rightarrow F_{ms2} = \mu N_2 = \mu m_2 g$$

Từ (3) suy ra $T_2 - \mu m_2 g = m_2a_2$ (4)

Mà $m_1 = m_2$; $T_1 = T_2$; $a_1 = a_2$ nên:

Từ (2) $\Rightarrow F\cos 30^o - T - \mu(mg - F\sin 30^o) = ma$ (5)

Từ (4) $\Rightarrow T - \mu mg = ma$ (6)

Từ (5) và (6) $\Rightarrow T = \dfrac{F(\cos 30^o + \mu\sin 30^o)}{2} \le T_{max}$

$$F \le \frac{2T_{max}}{\cos 30^o + \mu\sin 30^o} = \frac{2.10}{\frac{\sqrt{3}}{2} + 0,1.\frac{1}{2}} = 21,83\,(N)$$

Vậy với lực kéo $F \le 21,83$ N thì dây sẽ không bị đứt.

Đáp số: $F_{max} = 21,83$ N

CHƯƠNG III - TĨNH HỌC VẬT RẮN

Bài 26
CÂN BẰNG CỦA MỘT VẬT RẮN DƯỚI TÁC DỤNG CỦA HAI LỰC TRỌNG TÂM

A. HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI

Câu 26.1: Hãy nêu lên đặc điểm của trọng lực.

Trả lời

Trọng lực của một vật rắn có giá là đường thẳng đứng hướng xuống dưới và đặt ở một điểm xác định gắn với vật, gọi là trọng tâm của vật.

Câu 26.2: Vì sao nói lực tác dụng lên vật rắn là một vectơ trượt ?

Trả lời

Lực tác dụng lên một vật rắn là một vectơ trượt là vì: tác dụng của một lực lên một vật rắn không thay đổi khi trượt lực đó trên giá của nó.

Câu 26.3: Có thể thay thế lực $\vec{F}$ tác dụng lên một vật rắn bằng lực $\vec{F}$' song song cùng chiều cùng độ lớn với $\vec{F}$ được không ? Nêu một ví dụ cụ thể.

Trả lời

Không thể thay thế lực $\vec{F}$ tác dụng lên một vật rắn bằng lực $\vec{F}$' song song cùng chiều cùng độ lớn với $\vec{F}$ được vì để thay thế được ta cần có thêm yếu tố

cùng giá. Nếu giá của các lực khác nhau thì chúng có thể gây các tác dụng khác nhau.

Ví dụ:

Nếu tác dụng lực $\vec{F}_1$ lên một quả cầu đặt trên mặt bàn nằm ngang sao cho giá của $\vec{F}_1$ song song với mặt bàn và đi qua trọng tâm của quả cầu thì sẽ làm quả cầu chuyển động tịnh tiến. Nhưng nếu tác dụng lực $\vec{F}_2$ có độ lớn giống như lực trên ($F_2 = F_1$) lên quả cầu đó, có giá song song với $\vec{F}_1$ nhưng không đi qua trọng tâm của quả cầu thì sẽ làm quả cầu chuyển động quay.

Câu 26.4: Trọng tâm của một vật là gì ? Hãy nêu một cách xác định trọng tâm của vật rắn phẳng, mỏng.

Trả lời

Trọng tâm của vật là một điểm xác định gắn với vật và là điểm đặt của trọng lực tác dụng vào vật.

Để xác định trọng tâm của một vật rắn phẳng mỏng, ta treo vật lên đầu một sợi dây. Đưa sợi dây dọi đến sát dây treo, dùng dây dọi làm chuẩn, đánh dấu đường thẳng đứng của dây treo trên vật. Sau đó treo vật ở một điểm khác và tiến hành lại các bước tương tự. Giao điểm của hai đường thẳng chính là trọng tâm của vật.

Câu 26.5: Hãy nêu điều kiện cân bằng của một vật rắn có mặt chân đế.

Trả lời

Điều kiện cân bằng của một vật rắn có mặt chân đế là: Giá của trọng lực phải đi qua mặt chân đế hay trọng tâm "rơi" trên mặt chân đế.

B. HƯỚNG DẪN GIẢI BÀI TẬP

Bài 26.1: Chọn câu **sai**

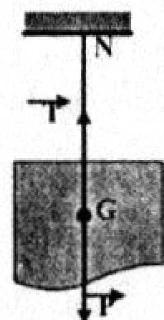
Treo một vật ở đầu một sợi dây mềm như hình 26.1. Khi cân bằng dây treo trùng với

A. đường thẳng đứng đi qua trọng tâm G của vật.

B. đường thẳng đứng đi qua điểm treo N.

C. trục đối xứng của vật.

D. đường thẳng nối điểm treo N và trọng tâm G của vật.

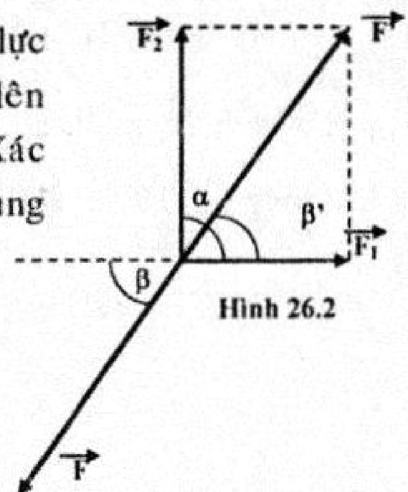


Hình 26.1

Đáp án: C

C. BÀI TẬP LUYỆN TẬP

Bài 26.2: Một vật chịu tác dụng đồng thời của hai lực $\vec{F}_1$ hướng nằm ngang, $\vec{F}_2$ thẳng đứng hướng lên và có độ lớn lần lượt là $F_1 = 6$ N, $F_2 = 8$ N. Xác định phương, chiều và độ lớn của lực $\vec{F}$ tác dụng lên vật để vật cân bằng.



Hình 26.2

Tóm tắt

$F_1 = 6$ N, $F_2 = 8$ N; $\alpha = 90^0$

$F = ?$ $\beta = ?$

Hướng dẫn giải

Từ hình 26.2, hợp lực F 'của hai lực F_1, F_1 có độ lớn là:

$$F' = \sqrt{F_1^2 + F_2^2} = 10\text{ N}$$

Để vật cân bằng thì lực $\vec{F}$ phải trực đối với $\vec{F'}$, tức là:

$$F = F' = 10\text{ N}$$

Phương của hợp lực F hợp với phương nằm ngang một góc β với:

$$tg\beta = tg\beta' = \frac{F_2}{F_1} = \frac{4}{3} \Rightarrow \beta = 53^0$$

Đáp số: F = 10 N; β = 53⁰

Bài 26.3: Một khối hình trụ đồng chất có khối lượng m = 2 kg, chiều cao 25 cm, bán kính mặt đáy 16 cm đặt trên mặt phẳng nghiêng một góc $\alpha = 30^0$ như hình 26.3. Biết lực ma sát của mặt phẳng nghiêng tác dụng lên khối trụ luôn không đổi và bằng 20 N. Hỏi khối trụ có đứng yên ở vị trí đó hay không? Tại sao?

Tóm tắt

m = 2 kg; AD = BC = 25 cm; AB = DC = 2 R = 16 cm

$\alpha = 30^0$; $F_{ms} = 20$ N

Khối trụ có đứng yên không?

Hướng dẫn giải

Khi đặt khối trụ lên mặt phẳng nghiêng như hình 26.3, có các khả năng sau:

- Vật đứng yên ở đó.
- Vật trượt xuống.
- Vật đổ nhào.

❖ Các lực tác dụng vào khối trụ gồm:

Trọng lực P: P = mg = 20 N

Phản lực N:

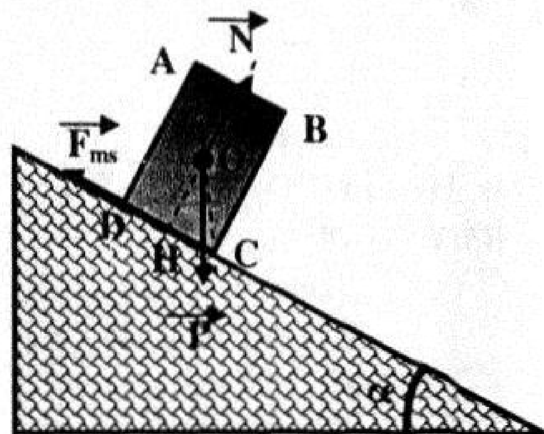
$$N = P\cos\alpha = 20 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} = 10\sqrt{3}\text{ N}$$

Lực ma sát: $F_{ms} = 20$ N

Hợp lực của trọng lực P và phản lực N là:

$$F = P\sin\alpha = 20 \cdot \sin 30^0 = 10\text{ N}$$

Vì $F < F_{ms}$ nên vật không bị trượt xuống.



Hình 26.3a

❖ Điều kiện để vật không bị lật nhào là giá của trọng lực phải rơi vào mặt chân đế, tức là phải rơi vào khoảng CD. Mà giá của trọng lực là đường thẳng đứng qua giao điểm O của hai đường chéo AC và BD.

Từ hình 26.3a điều kiện để khối trụ đứng yên không bị lật nhào là: $HP \le HC$

Trong đó: $HC = \frac{1}{2}DC = 8$ cm

$$HP = OH.tg\alpha = \frac{1}{2}AD.\,tg\alpha = \frac{1}{2}.25\,.\,tg\,30^0 = 7{,}2\text{ cm} \Rightarrow HP < HC$$

Vậy khối trụ không bị lật nhào

Đáp án: khối trụ không bị lật nhào

Bài 27
CÂN BẰNG CỦA VẬT RẮN DƯỚI TÁC DỤNG CỦA BA LỰC KHÔNG SONG SONG

A. HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI VÀ BÀI TẬP SGK

Câu 27.1: Điều kiện cân bằng của một vật rắn dưới tác dụng của ba lực không song song là gì ?

Trả lời

- Ba lực phải có giá đồng phẳng và đồng qui.
- Hợp lực của hai lực phải cân bằng với lực thứ ba. $\vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 = 0$

Câu 27.2: Có gì khác nhau giữa điều kiện cân bằng của chất điểm và của vật rắn dưới tác dụng của ba lực không song song ?

Trả lời

Đối với chất điểm thì ba lực không song song tác dụng lên chất điểm luôn đồng qui nên trong điều kiện cân bằng của chất điểm không cần phải đặt ra điều kiện đồng qui.

Còn đối với vật rắn thì ba lực không song song có điểm đặt trên vật nhưng không phải lúc nào cũng đồng qui, vì vậy trong điều kiện cân bằng của vật rắn phải đòi hỏi điều kiện đồng qui.

Câu 27.3: Định nghĩa hợp lực của hai lực tác dụng lên một vật rắn. Hai lực tác dụng lên một vật rắn như thế nào thì có hợp lực ?

Trả lời

- Định nghĩa:
  - Phải trượt hai lực đó trên giá của chúng đến điểm đồng qui.
  - Áp dụng qui tắc hình bình hành để tìm hợp lực. $\vec{F} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2$
- Điều kiện để hai lực tác dụng lên một vật rắn có hợp lực là hai lực đó phải đồng qui.

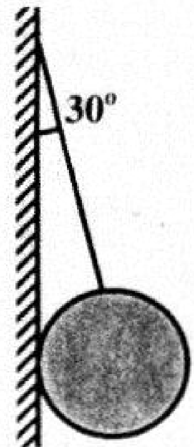
B. HƯỚNG DẪN GIẢI BÀI TẬP

Bài 27.1: Điều kiện nào sau đây đủ để hệ ba lực tác dụng lên cùng một vật rắn là cân bằng?

A. Ba lực đồng qui.
B. Ba lực đồng phẳng.
C. Ba lực đồng phẳng và đồng qui.
D. Hợp của hai trong ba lực cân bằng với lực thứ ba.

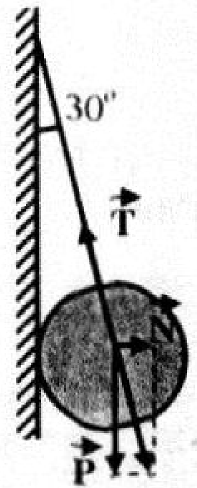
Đáp án: D

Bài 27.2: Một quả cầu có trọng lượng P = 40 N được treo vào tường nhờ một sợi dây làm với tường một góc $\alpha = 30^\circ$. Bỏ qua ma sát ở chỗ tiếp xúc giữa quả cầu và tường. Hãy xác định lực căng của dây và phản lực của tường tác dụng lên quả cầu. (hình 27.1)



Hình 27.1

Hướng dẫn giải



Hình 27.1a

Vẽ các lực tác dụng lên quả cầu: $\vec{P}$ là trọng lực, $\vec{T}$ là lực căng dây và $\vec{N}$ là phản lực của tường tác dụng lên quả cầu. Nếu chúng không đồng qui tại một điểm thì tịnh tiến cho chúng đồng qui tại một điểm như hình 27.1a.

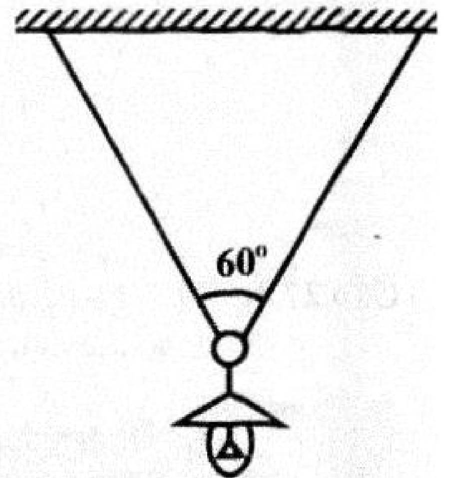
Từ điều kiện cân bằng ta có: $\vec{P} + \vec{N} + \vec{T} = 0$

Theo hình 30.1a ta có: $T = \dfrac{P}{\cos\alpha} = \dfrac{40}{\cos 30^o} = \dfrac{40}{\dfrac{\sqrt{3}}{2}} = 46,2$ N

$$N = P.tg\alpha = 40.\ tg30^0 = 40.\frac{\sqrt{3}}{3} = 23,1 \text{ N}$$

Đáp số : T = 46,2 N; N = 23,1 N

Bài 27.3: Một ngọn đèn có khối lượng m = 1 kg được treo dưới trần nhà bằng một sợi dây. Dây chỉ chịu được sức căng lớn nhất là 8 N.



Hình 27.2

a. Chứng minh rằng không thể treo ngọn đèn trên vào một đầu dây.

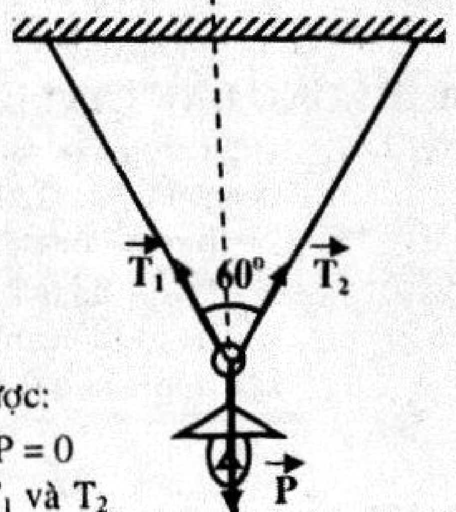
b. Người ta đã treo đèn này bằng cách luồn sợi dây qua một cái móc của đèn và hai đầu dây được gắn chặt trên nền nhà (hình 27.2). Hai nửa sợi dây có chiều dài bằng nhau và làm với nhau một góc 60^o. Hỏi sức căng của mỗi nửa sợi dây là bao nhiêu?

Hướng dẫn giải

a. Nếu treo đèn vào một đầu dây thì lực căng T phải cân bằng với trọng lực P. Tức là:

$T = P = m.g = 1.10 = 10$ N

Nhưng theo đề bài $T \le 8$ N $\Rightarrow$ không thể treo ngọn đèn trên một đầu dây.



Hình 27.2a

b. Vẽ T_1, T_2 là lực căng của mỗi nửa sợi dây sau khi móc đèn vào, P là trọng lực tác dụng vào đèn như hình 27.2a.

Theo điều kiện cân bằng ta có: $\vec{T_1} + \vec{T_2} + \vec{P} = 0$

Chiếu $\vec{T_1}$, $\vec{T_2}$ lên trục thẳng đứng đi qua $\vec{P}$ ta được:

$$T_1\cos 30^o + T_2\cos 30^o - P = 0$$

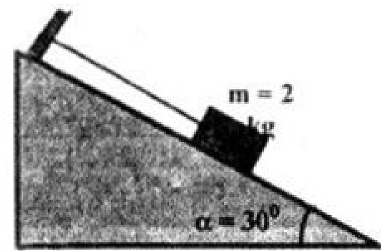
Do hai nửa sợi dây dài bằng nhau nên hai lực T_1 và T_2 đối xứng qua phương thẳng đứng, nghĩa là $T_1 = T_2 = T'$

$$2T'\cos 30^o = P \Rightarrow T' = \frac{P}{2\cos 30^o} = \frac{10}{2.\dfrac{\sqrt{3}}{2}} = 5,7 \text{ N}$$

Sức căng của mỗi nửa sợi dây là 5,7 N.

Đáp số : b. $T_1 = T_2 = T' = 5,7$ N

C. BÀI TẬP LUYỆN TẬP



Hình 27.3

Bài 27.4: Một vật có khối lượng m = 2 kg được giữ yên trên một mặt phẳng nghiêng bởi một sợi dây song song với mặt phẳng nghiêng như hình 27.3. Biết góc nghiêng $\alpha = 30^0$, $g = 9,8\ m/s^2$ và ma sát là không đáng kể. Hãy xác định:

a. Lực căng dây.

b. Lực pháp tuyến của mặt phẳng nghiêng.

Hướng dẫn giải

a. Các lực tác dụng vào vật gồm:

- Trọng lực $\vec{P} = m\vec{g}$ luôn thẳng đứng hướng xuống.
- Phản lực $\vec{N} \perp$ mp nghiêng.
- Lực căng dây $\vec{T}$ có giá trùng với phương dây treo.

Điều kiện để vật cân bằng là:

$$\vec{P} + \vec{N} + \vec{T} = 0$$

Hình 27.3a

Hợp lực của $\vec{P}$ và $\vec{N}$ cân bằng với $\vec{T}$ được vẽ trên hình 27.3a.

Từ hình 27.3a ta suy ra: $T = P\sin\alpha = mg\sin\alpha = 2.\ 9,8\ .\ \sin 30^0 = 9,8$ N

b. Lực pháp tuyến của mặt phẳng nghiêng $\vec{N}$

Cũng từ hình 30.5a ta có: $N = P\cos\alpha = mg\cos\alpha = 2.\ 9,8\ .\ \cos 30^0 = 9,8\sqrt{3}$ N

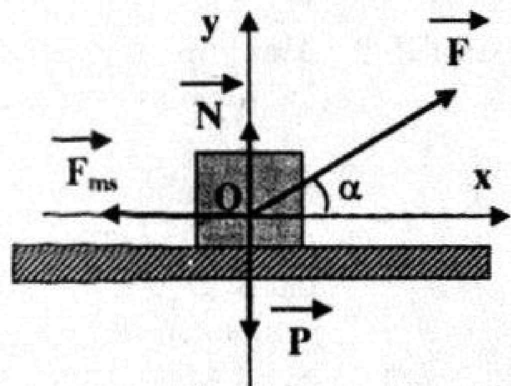
Đáp số: a. T = 9,8 N; b. N = 9,8√3 N

Bài 27.5: Một người kéo một kiện hàng có khối lượng m = 10 kg trượt đều trên một mặt phẳng nằm ngang bằng một sợi dây. Biết hệ số ma sát của mặt phẳng là $\mu_t = 0,2$ và dây hợp với mặt đất nằm ngang một góc $\alpha = 60^0$. Tính độ lớn của lực kéo F.

Giải

Các lực tác dụng vào kiện hàng được vẽ trên hình 27.4, gồm:

- Trọng lực $\vec{P}$ thẳng đứng hướng xuống:
  $P = mg = 100$ N
- Phản lực $\vec{N}$ thẳng đứng hướng lên
- Lực ma sát $\vec{F}_{ms}$ hướng nằm ngang và ngược chiều chuyển động:
  $F_{ms} = \mu_t.N$ (1)
- Lực kéo của người đó $\vec{F}$.



Hình 27.4

Điều kiện để cho kiện hàng trượt đều trên mặt phẳng nằm ngang là:

$$\vec{P} + \vec{N} + \vec{F}_{ms} + \vec{F} = 0 \quad (2)$$

Chiếu (2) lên phương ngang Ox ta có: $-F_{ms} + F\cos\alpha = 0$

$$\Rightarrow F_{ms} = F\cos\alpha \quad (3)$$

Chiếu (1) lên phương thẳng đứng Oy ta có: $-P + N + F\sin\alpha = 0$

$$N = P - F\sin\alpha \quad (4)$$

Từ (1), (3) và (4) suy ra: $F\cos\alpha = \mu_t.(P - F\sin\alpha)$

$$\Rightarrow F = \frac{\mu_t P}{\mu_t \sin\alpha + \cos\alpha} = \frac{0,2.100}{0,2.\frac{\sqrt{3}}{2} + \frac{1}{2}} = 29,7\ N$$

Đáp số: $F = 29,7\ N$

Bài 28

QUI TẮC HỢP LỰC SONG SONG - ĐIỀU KIỆN CÂN BẰNG CỦA MỘT VẬT RẮN DƯỚI TÁC DỤNG CỦA BA LỰC SONG SONG

A. HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI

Câu 28.1: Phát biểu qui tắc tổng hợp hai lực song song cùng chiều.

Trả lời

Qui tắc tổng hợp hai lực song song cùng chiều:

Hợp lực của hai lực $\vec{F_1}$ và $\vec{F_2}$ song song cùng chiều tác dụng vào một vật rắn là một lực $\vec{F}$ song song, cùng chiều với hai lực và có độ lớn bằng tổng độ lớn của hai lực đó: $F = F_1 + F_2$

Ngoài ra giá của hợp lực $\vec{F}$ chia khoảng cách giữa hai giá của $\vec{F_1}$ và $\vec{F_2}$ thành những đoạn tỉ lệ nghịch với độ lớn của hai lực đó. $\frac{F_1}{F_2} = \frac{d_2}{d_1}$

Câu 28.2: Điều kiện cân bằng của một vật chịu tác dụng của ba lực song song là gì ?

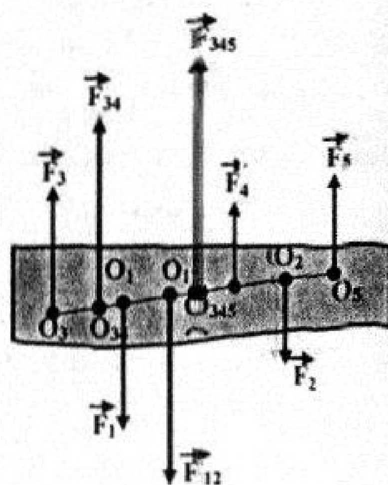
Trả lời

Điều kiện cân bằng của một vật rắn dưới tác dụng của ba lực $\vec{F_1}, \vec{F_2}, \vec{F_3}$ song song là: hợp lực của hai lực bất kỳ cân bằng với lực thứ ba: $\vec{F_1} + \vec{F_2} + \vec{F_3} = 0$

Câu 28.3: Tìm hợp lực của một hệ lực song song, trong đó ba lực cùng chiều và hai lực hướng theo chiều ngược lại.

Trả lời

Xét một hệ lực như hình 28.1.



Hình 28.1

Gọi F_{12} là hợp lực của F_1 và F_2 có điểm đặt là O_{12}. Theo qui tắc hợp lực song song ta có: $F_{12} = F_1 + F_2$

$$\frac{O_1O_{12}}{O_2O_{12}} = \frac{F_2}{F_1}$$

Gọi F_{34} là hợp lực của F_3 và F_4 có điểm đặt là O_{34}. Theo qui tắc hợp lực song song ta có: $F_{34} = F_3 + F_4$

$$\frac{O_3O_{34}}{O_4O_{34}} = \frac{F_4}{F_3}$$

Gọi F_{345} là hợp lực của F_{34} và F_5 có điểm đặt là O_{345}. Theo qui tắc hợp lực song song ta có: $F_{345} = F_{34} + F_5$

$$\frac{O_{34}O_{345}}{O_5O_{345}} = \frac{F_5}{F_{34}}$$

- Nếu $O_{12} \equiv O_{345} = O$ thì hợp lực F có điểm đặt tại O và có độ lớn:

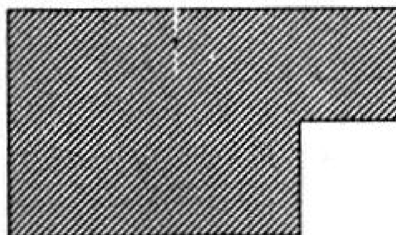
$$F = |F_{12} - F_{345}|$$

Nếu $F \neq 0$: vật chuyển động tịnh tiến cùng phương, chiều với lực F.
Nếu $F = 0$: vật cân bằng và đứng yên

- Nếu $O_{12} \neq O_{123}$: hai lực F_{12} và F_{345} không có hợp lực. Tác dụng đồng thời của chúng sẽ là vật chuyển động quay quanh một trục O nằm vuông góc với mặt phẳng chứa giá của hai lực này.

B. HƯỚNG DẪN GIẢI BÀI TẬP

Bài 28.1: Hãy xác định trọng tâm của một bản mỏng, đồng chất, hình chữ nhật, dài 12 cm, rộng 6 cm, bị cắt mất một mẩu hình vuông có cạnh 3 cm (hình 28.2).



Hình 28.2

Hướng dẫn giải

Chọn hệ trục tọa độ Oxy như hình 28.2a. Ta chia hình trên thành hai hình:

Hình chữ nhật có cạnh 6 cm x 9 cm có trọng tâm O_1 và hình vuông có cạnh 3 cm x 3 cm có trọng tâm O_2.

Từ hình 28.2a ta suy được toạ độ của:

O_1 (x_1 =4,5 cm, y_1 = 3 cm)

O_2(x_2 = 10,5 cm; y_2 = 4,5 cm)

Gọi P_1, S_1 và P_2, S_2 lần lượt là trọng lượng và diện tích của hai hình trên.

Hình 28.2a

Ta có: $\frac{P_1}{P_2} = \frac{S_1}{S_2} = \frac{6.9}{3.3} = 6$

$\Rightarrow P_1 = 6P_2$ và $P = P_1 + P_2 = 7P_2$ (1)

Gọi G là điểm đặt trọng tâm của hình trên; d_1, d_2 là cánh tay đòn của P_1, P_2. Áp dụng qui tắc hợp lực song song giữa hai lực P_1, P_2, trọng tâm của vật đặt tại G sao cho: $\frac{d_1}{d_2} = \frac{O_1G}{O_2G} = \frac{P_2}{P_1} = \frac{1}{6} \Rightarrow d_2 = 6d_1$ (2)

Từ hình 28.2a ta suy ra: $d = d_1 + d_2 = x_2 - x_1 = 10{,}5 - 4{,}5 = 6$ cm (3)

Từ (2) và (3) suy ra: $d = d_1 + d_2 = 7d_1 = 6$

$$d_1 = \frac{6}{7} \text{ cm} \approx 0{,}857 \text{ cm} ; d_2 = 5\frac{1}{7} \text{ cm} \approx 5{,}143 \text{ cm}$$

Tọa độ của trọng tâm G: $x_G = x_1 + d_1 = 4{,}5 + 0{,}857 = 5{,}375$ cm

Lí luận tương tự ta có: $y_G = y_1 + \frac{y_2 - y_1}{7}$

$$y_G = 3 + \frac{4{,}5 - 3}{7} = 3{,}214 \text{ cm}$$

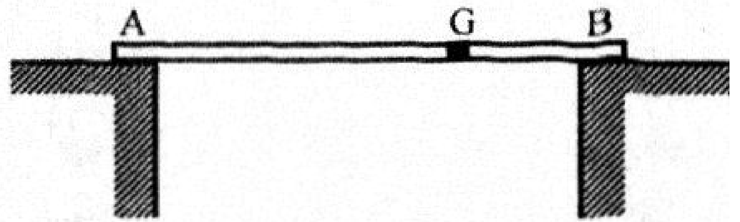
Vậy tọa độ trọng tâm của vật là: $x_G = 5{,}375$ cm; $y_G = 3{,}214$ cm

Hay khoảng cách O_1G là:

$$O_1G = \sqrt{(x_G - x_1)^2 + (y_G - y_1)^2} = \sqrt{(5{,}375 - 4{,}5)^2 + (3{,}214 - 3)^2} \approx 0{,}883 \text{ cm}$$

***Đáp số:** $x_G = 5{,}1$ cm; $y_G = 3{,}15$ cm; $O_1G \approx 0{,}883$ cm*

Bài 28.2: Một tấm ván nặng 240 N được bắc qua một con mương. Trọng tâm của tấm ván cách điểm tựa A 2,4 m và cách điểm tựa B 1,2 m (hình 28.3). Hãy xác định lực mà tấm ván tác dụng lên hai bờ mương.



Hình 28.3

Hướng dẫn giải

Gọi F_A là lực mà tấm ván tác dụng lên bờ mương A và d_A là khoảng cách từ trọng tâm G đến bờ mương A.

Gọi F_B là lực mà tấm ván tác dụng lên bờ mương B và d_B là khoảng cách từ trọng tâm G đến bờ mương B.

Theo qui tắc tổng hợp hai lực song song cùng chiều, ta có:

$$F_A + F_B = F_G \quad (1) \quad \text{và} \quad \frac{F_A}{F_B} = \frac{d_B}{d_A} \quad (2)$$

$$(2) \Rightarrow \quad F_A = \frac{d_B}{d_A} F_B \quad (3)$$

Thế (3) vào (1) ta được: $F_B + F_B = F_G$

$$\Rightarrow F_B = \frac{F_G}{1 + \frac{d_B}{d_A}} = \frac{240}{1 + \frac{1{,}2}{2{,}4}} = 160 \text{ N} \Rightarrow F_A = F_G - F_B = 240 - 160 = 80 \text{ N}$$

***Đáp số:** $F_A = 80$ N; $F_B = 160$ N*

Bài 28.3: Một người gánh hai thúng, một thúng gạo nặng 300 N, một thúng ngô nặng 200 N. Đòn gánh dài 1,5 m. Hỏi vai người ấy phải đặt ở điểm nào để đòn gánh cân bằng và chịu một lực bằng bao nhiêu ? Bỏ qua trọng lượng của đòn gánh.

Hướng dẫn giải

Để đòn gánh cân bằng thì vai người gánh phải đặt ở vị trí trọng tâm của đòn gáng khi gánh hai thúng gạo và ngô.

Gọi F_G là lực mà thúng gạo tác dụng lên đòn gánh và d_G là khoảng cách từ trọng tâm O của gánh đến vị trí mắc thúng gạo trên đòn gánh.

Gọi F_N là lực mà thúng ngô tác dụng lên đòn gánh và d_N là khoảng cách từ trọng tâm O của gánh đến vị trí mắc thúng ngô trên đòn gánh.

Theo qui tắc tổng hợp hai lực song song cùng chiều, ta có lực tác dụng lên vai người đó là: $F = F_G + F_N = 300 + 200 = 500$ N

$$\frac{F_G}{F_N} = \frac{d_N}{d_G} \quad (1)$$

Mặt khác, ta có chiều dài đòn gánh là 1,5 m:

$$d_N + d_G = 1{,}5 \Rightarrow \quad d_G = 1{,}5 - d_N \quad (2)$$

Thế (2) vào (1), ta được: $\frac{d_N}{1,5 - d_N} = \frac{F_G}{F_N}$

$$d_N = \frac{300}{200}(1,5 - d_N)$$

$$d_N(1 + \frac{300}{200}) = \frac{300}{200}.1,5 \Rightarrow d_N = \frac{\frac{300}{200}1,5}{1 + \frac{300}{200}} = 0,9 \text{ m}$$

Vậy để đòn gánh cân bằng thì vai người gánh phải đặt cách thúng ngô 0,9m.

Đáp số: F = 500 N; vai cách thúng ngô 0,9 m

C. BÀI TẬP LUYỆN TẬP

Bài 28.4: Một vật rắn phẳng, mỏng có dạng một hình vuông ABCD, cạnh là a = 40 cm. Người ta tác dụng vào vật một ngẫu lực nằm trong mặt phẳng của hình vuông. Các lực có độ lớn 10 N và đặt vào hai đỉnh A và C. Tính mô men của ngẫu lực trong các trường hợp sau:

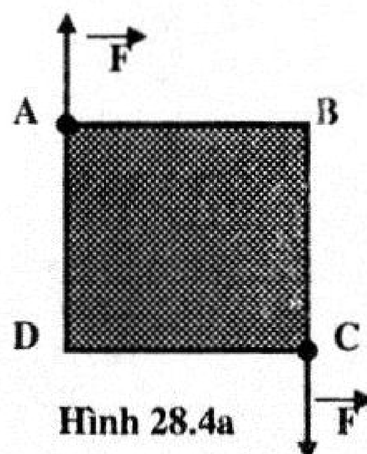
a. Các lực vuông góc với cạnh AB.
b. Các lực song song với cạnh AB.
c. Các lực vuông góc với AC.

Tóm tắt

AB = BC = a = 40 cm; F = 10 N; M = ?

a. $\vec{F} \perp AB$; b. $\vec{F}$ //AB; c. $\vec{F} \perp AC$

Giải



Hình 28.4a

a. Các lực vuông góc với cạnh AB như hình 28.4a.

Mô men lực khi đó:

$M_1 = F.d_1 = F.AB = F.a = 10.0,4 = 4$ N.m

b. Các lực song song với cạnh AB như hình 28.4b.

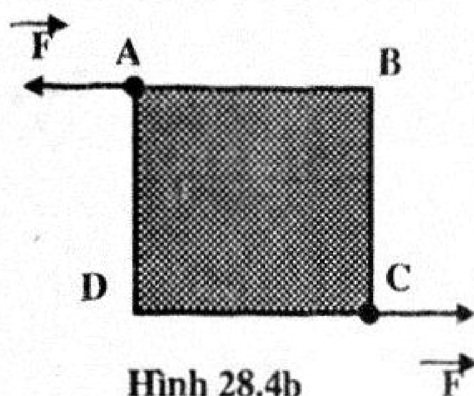
Mô men lực khi đó:

$M_2 = F.d_2 = F.AD = F.a = 10.0,4 = 4$ N.m

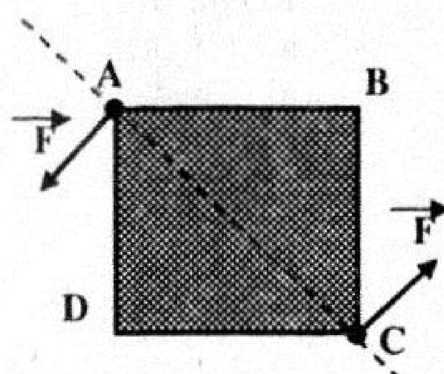
c. Các lực vuông góc với AC như hình 28.4c.

Mô men lực khi đó:

$M_3 = F.d_3 = F.AC = F.a\sqrt{2} = 10.0,4\sqrt{2} = 4\sqrt{2}$ N.m



Hình 28.4b



Hình 28.4c

Đáp số: a. $M_1 = 4$ N.m; b. $M_2 = 4$ N.m; c. $M_3 = 4\sqrt{2}$ N.m

Bài 28.5: Một chiếc thước mảnh có trục quay nằm ngang đi qua trọng tâm O của thước. Dùng hai ngón tay tác dụng vào thước một ngẫu lực. Hai lực $F_A = F_B = 5$ N và đặt vào hai điểm A và B cách nhau 20 cm như hình 28.5a.

a. Tính mô men của ngẫu lực.

b. Thanh quay đi một góc $\alpha = 60^0$. Hai lực luôn nằm ngang và vẫn đặt tại A và B như hình 28.5b. Tính mô men của ngẫu lực.

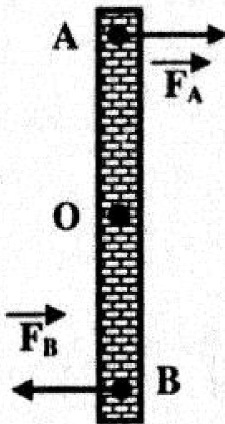
Tóm tắt

$F_A = F_B = F = 5$ N

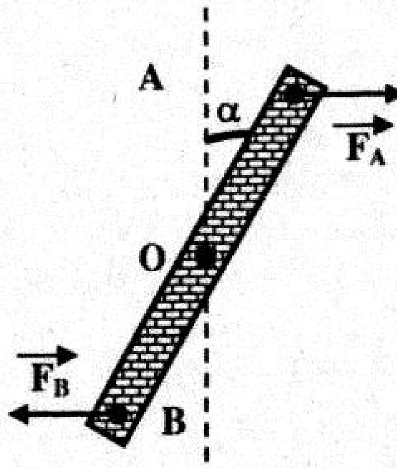
AB = 20 cm

a. M = ?; b. $\alpha = 60^0$; M = ?

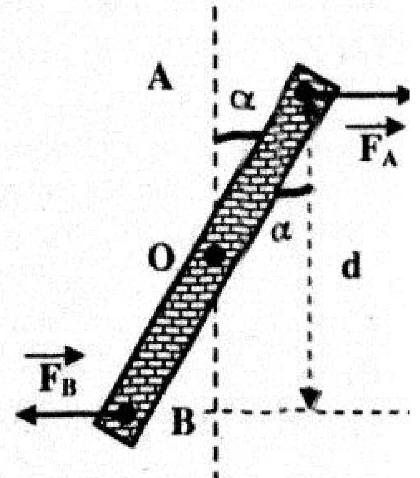
Hướng dẫn giải



Hình 28.5a



Hình 28.5b



Hình 28.5c

a. Mô men của ngẫu lực: M = F . d = F . AB = 5. 0,2 = 1 N.m

b. Thanh quay đi một góc $\alpha = 30^0$:

Từ hình 28.5c ta có: M = F . d = F . AB . cosα

$M = 5.\ 0{,}2 \cdot \cos 60^0 = 0{,}5$ N.m

Đáp số: a. M = 1 N.m; b. M = 0,5 N.m

Bài 28.6: Một vật rắn phẳng, mỏng có dạng một tam giác đều ABC, mỗi cạnh là a = 50 cm. Người ta tác dụng vào vật một ngẫu lực nằm trong mặt phẳng của tam giác. Các lực có độ lớn 16 N và đặt vào hai đỉnh A và B. Tính mô men của ngẫu lực trong các trường hợp sau:

a. Các lực vuông góc với cạnh AB.

b. Các lực vuông góc với cạnh AC.

c. Các lực song song với cạnh AC.

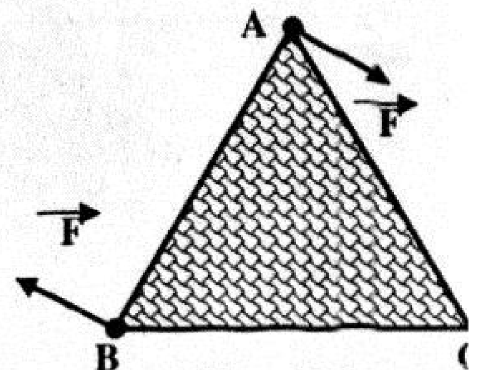
Tóm tắt

AB = BC = AC = a = 50 cm = 0,5 m

$F_A = F_B = F = 16$ N; M = ?

a. $\vec{F} \perp$ AB; b. $\vec{F} \perp$ AC; c. $\vec{F}$ // AC

Hướng dẫn giải



Hình 28.6a

a. Trường hợp $\vec{F} \perp$ AB như hình 28.6a.

M = F . AB = F . a = 16 . 0,5 = 8 N.m

b. Trường hợp $\vec{F} \perp AC$ như hình 28.6b

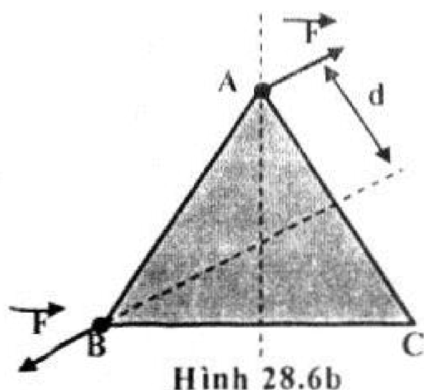
$$d = \frac{1}{2}a = 25 \text{ cm} = 0{,}25 \text{ m}$$

$$M = F.d = 16 . 0{,}25 = 4 \text{ N.m}$$

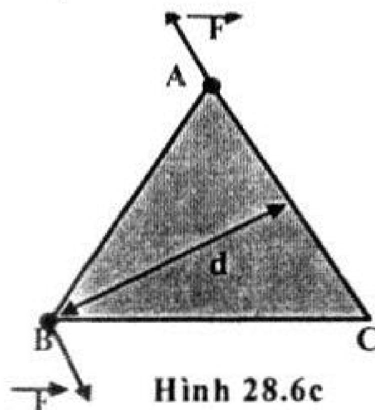
c. $\vec{F} // AC$ như hình 28.6c

$$d = \frac{a\sqrt{3}}{2} = 25\sqrt{3} \text{ cm} = 0{,}25\sqrt{3} \text{ m}$$

$$M = F.d = 16 . 0{,}25\sqrt{3} = 4\sqrt{3} \text{ N.m}$$



Hình 28.6b



Hình 28.6c

Đáp số: a. M = 8 N.m; b. M = 4 N.m; c. M = $4\sqrt{3}$ N.m

Bài 29
MÔ MEN CỦA LỰC - ĐIỀU KIỆN CÂN BẰNG CỦA MỘT VẬT RẮN CÓ TRỤC QUAY CỐ ĐỊNH

A. HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI VÀ BÀI TẬP SGK

Câu 29.1: Khi nào một lực tác dụng vào một vật có trục quay cố định mà không làm cho vật quay?

Trả lời

Khi một lực tác dụng vào một vật mà lực đó có giá song song hoặc cắt trục quay cố định thì không làm cho vật quay.

Câu 29.2: Nêu định nghĩa mô men của một lực.

Trả lời

Mô men của một lực $\vec{F}$ vuông góc với trục quay là đại lượng đặc trưng cho tác dụng làm quay của lực quanh trục ấy và được đo bằng tích của độ lớn lực với cánh tay đòn: M =F.d

Câu 29.3: Điều kiện cân bằng của một vật có trục quay cố định là gì ?

Trả lời

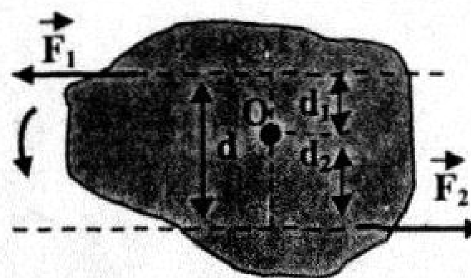
Muốn cho một vật có trục quay cố định cân bằng khi có lực tác dụng vào thì tổng mô men của các lực có khuynh hướng làm vật quay theo chiều kim đồng hồ phải bằng tổng momen của các lực có khuynh hướng làm vật quay ngược chiều kim đồng hồ.

Câu 29.4: Chứng tỏ rằng mô men của một ngẫu lực thì bằng tổng đại số momen của từng lực hợp thành ngẫu lực đối với một trục bất kì vuông góc với mặt phẳng của ngẫu lực.

Trả lời

Giả sử một vật chịu tác dụng đồng thời của hai lực $\vec{F_1} \uparrow\downarrow \vec{F_2}$ và $F_1 = F_2 = F$

$\Rightarrow \vec{F_1}, \vec{F_2}$ là ngẫu lực như hình 29.1. Gọi O là một trục quay bất kì vuông góc với mặt phẳng chứa hai giá của ngẫu lực.



Hình 29.1

Như vậy tổng mô men lực tác dụng vào vật là:

$$M = M_1 + M_2$$

Trong đó: $M_1 = F_1d_1$; $M_2 = F_2d_2$

d_1 = khoảng cách từ giá của lực $\vec{F_1}$ đến trục quay

d_2 = khoảng cách từ giá của lực $\vec{F_2}$ đến trục quay

$\Rightarrow$ Mô men của ngẫu lực là:

$$M = F(d_1 + d_2) = F.d$$

Với d = khoảng cách giữa hai giá của ngẫu lực.

Ta thấy với mọi trục quay O bất kì vuông góc với mặt phẳng chứa hai giá của ngẫu lực luôn có: $d = d_1 + d_2$

B. HƯỚNG DẪN GIẢI BÀI TẬP

Bài 29.1: Ở trường hợp nào sau đây lực có tác dụng làm cho vật rắn quay quanh trục?

A. Lực có giá nằm trong mặt phẳng vuông góc với trục quay và cắt trục quay.

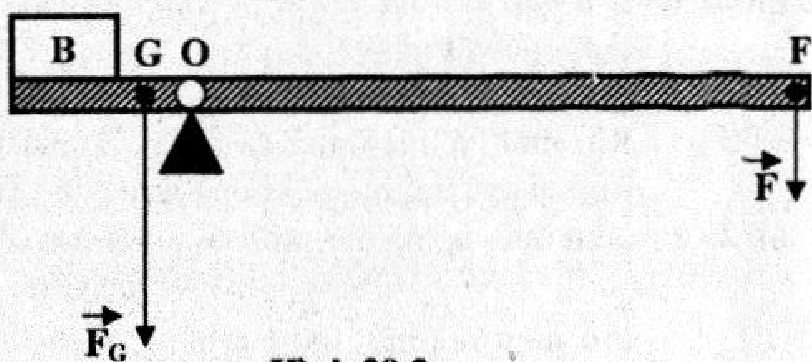
B. Lực có giá song song với trục quay.

C. Lực có giá cắt trục quay.

D. Lực có giá nằm trong mặt phẳng vuông góc với trục quay và không cắt trục quay.

Đáp án: D

Bài 29.2: Một thanh chắn đường dài 7,8 m, có trọng lượng 210 N và có trọng tâm cách đầu bên trái 1,2 m (hình 29.2). Thanh có thể quay quanh một trục nằm ngang ở cách đầu bên trái 1,5 m. Hỏi phải tác dụng vào đầu bên phải một lực bằng bao nhiêu để giữa thanh ấy nằm ngang?



Hình 29.2

Hướng dẫn giải

Gọi F_G là lực do trọng tâm tác động làm thanh quay quanh trục O ngược chiều kim đồng hồ. d_G là khoảng cách từ điểm đặt của F_G đến trục quay O.

Theo đề bài ta có: $d_G = 1,5 - 1,2 = 0,3$ m

Gọi F là lực tác động vào điểm F để thanh cân bằng. d_F là khoảng cách từ điểm đặt của F đến trục quay O.

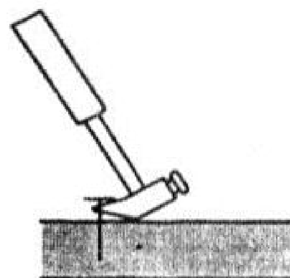
Theo đề bài ta có: $d_F = 7,8 - 1,5 = 6,3$ m

Để hai lực cân bằng nhau thì: $F_G d_G = F_F d_F$

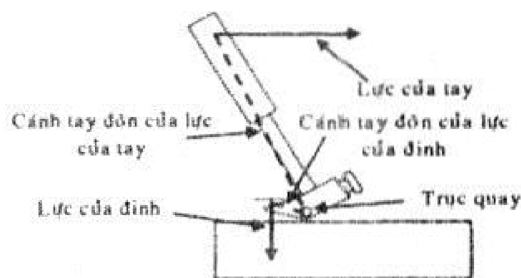
$$\Rightarrow F_F = \frac{F_G d_G}{d_F} = \frac{210.0,3}{6,3} = 10 \text{ N}$$

Đáp số: 10 N

Bài 29.3: Một chiếc búa đinh dùng để nhổ một chiếc đinh (hình 29.3). Hãy vẽ trục quay của búa, các lực của tay và của đinh tác dụng vào búa và các tay đòn của hai lực đó.



Hình 29.3



Hình 29.3a

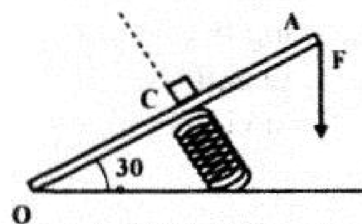
Hướng dẫn giải

Vẽ hình 29.3a

Bài 29.4: Thanh OA có khối lượng không đáng kể, có chiều dài 20 cm quay dễ dàng quanh trục nằm ngang O. Một lò xo gắn vào điểm giữa C. Người ta tác dụng vào đầu A của thanh một lực F = 20 N hướng thẳng đứng xuống dưới (hình 29.4). Khi thanh ở trạng thái cân bằng, lò xo có phương vuông góc với OA, và OA làm thành một góc 30^o so với đường nằm ngang. Tính:

a. Phản lực của lò xo vào thanh.

b. Độ cứng của lò xo, biết lò xo ngắn đi 8 cm so với lúc không bị nén.



Hình 29.4

Tóm tắt

$$OA = 20 \text{ cm} = 0,2 \text{ m}; F = 20 \text{ N}; OC = \frac{OA}{2} = 10 \text{ cm} = 0,1 \text{ m}$$

$\vec{F}$ thẳng đứng hướng xuống; $\overrightarrow{F_{đh}} \perp OA$

a) $F_C = F_{đh} = ?$ b) $\Delta x = 8$ cm $= 0,08$ m: $k = ?$

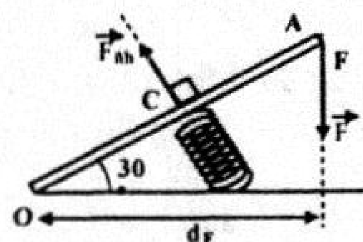
Hướng dẫn giải

a. Gọi F_C là phản lực của lò xo tác dụng vào thanh, đó cũng chính là lực đàn hồi $F_{đh}$ của lò xo khi đó (hình 29.4a). Vì thanh ở trạng thái cân bằng nên:

$F.d_F = F_C.d_C$

$F.OA\cos 30^0 = F_C.OC$

$$\Rightarrow F_C = \frac{F.OA.\cos 30^0}{OC} = \frac{20.0,2\cos 30^0}{0,1} = 20\sqrt{3} \text{ N}$$



Hình 29.4a

b. Theo định luật Húc ta có: $F_{đh} = k.\Delta x$

$\Rightarrow$ Độ cứng của lò xo: $k = \dfrac{F_{dh}}{\Delta x} = \dfrac{20\sqrt{3}}{0,08} = 250\sqrt{3}$ N/m

Đáp số: *$F_C = 20\sqrt{3}$ N; k = $250\sqrt{3}$* ***N/m***

C. BÀI TẬP LUYỆN TẬP

Bài 29.5: Một người nâng một đầu của một thanh gỗ thẳng, đồng chất tiết diện đều có khối lượng 20 kg lên cao hợp với mặt đất nằm ngang một góc $\alpha = 45^0$. Lấy $g = 10\ m/s^2$. Tính độ lớn của lực nâng F của người đó trong các trường hợp sau:

a. Lực $\vec{F}$ vuông góc với mặt phẳng tấm gỗ.

b. Lực $\vec{F}$ thẳng đứng hướng lên.

Tóm tắt

$m = 20$ kg; $\alpha = 45^0$. Lấy $g = 10\ m/s^2$

$F = ?$

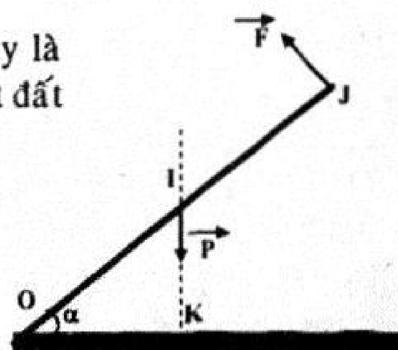
a. Lực $\vec{F}$ vuông góc với mặt phẳng tấm gỗ.

b. Lực $\vec{F}$ thẳng đứng hướng lên.

Hướng dẫn giải

a. Ta có: $P = mg = 200$ N

Lực $\vec{F}$ vuông góc với mặt phẳng tấm gỗ. Trục quay là đường thẳng qua cạnh của thanh gỗ tiếp xúc với mặt đất tại O như hình 29.5a.



Hình 29.5a

Điều kiện cân bằng: $M_P = M_F$

$\Rightarrow P.d_P = F.d_F$

$\Rightarrow P.OK = P.OI.\cos\alpha = F.OJ$

Trong đó: $OI = \dfrac{OJ}{2}$

$\Rightarrow F = \dfrac{P.\cos 45^0}{2} = \dfrac{200\sqrt{2}}{2.2} = 50\sqrt{2}$ N

b. Lực $\vec{F}$ thẳng đứng hướng lên như hình 29.5b.

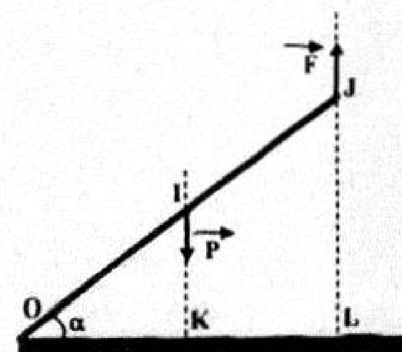
Điều kiện cân bằng:

$M_P = M_F \Rightarrow P.d_P = F.d_F$

$\Rightarrow P.OK = F.OL$

Vì OI = IJ và IK // JK nên

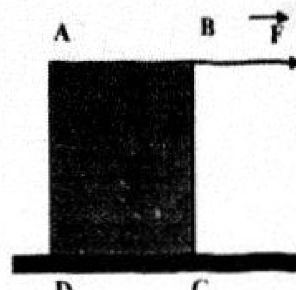
$OK = \dfrac{OL}{2} \Rightarrow F = \dfrac{P}{2} = 100$ N



Hình 29.5b

Đáp số: a. F = 50$\sqrt{2}$ N; b. F = 100 N

Bài 29.6: Một khối đồng chất hình hộp có khối lượng m = 6 kg, cạnh AB = a = 50 cm, cạnh BC = b = 100 cm. Người ta tác dụng một lực F lên điểm B theo phương vuông góc với BC như hình 29.6. Tính giá trị lớn nhất của F để khối gỗ chưa bị đổ. Lấy $g = 10\ m/s^2$.



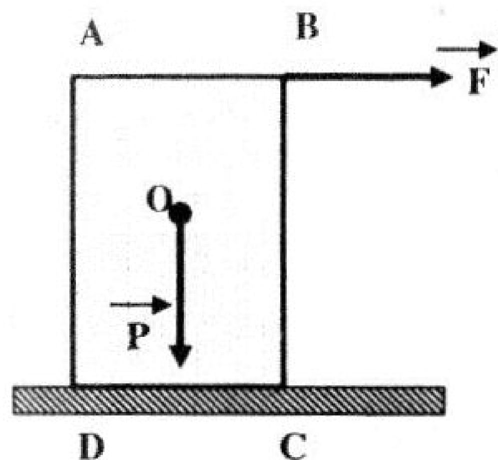
Hình 29.6

Tóm tắt

$m = 6$ kg, $AB = a = 50$ cm, $BC = b = 100$ cm

F_{max} =? khối gỗ chưa bị đổ

Hướng dẫn giải



Hình 29.6a

Từ hình 29.6a các lực tác dụng vào khối gỗ là trọng lực P có điểm đặt tại tâm O của khối gỗ và lực F có điểm đặt tại B. Trong đó: $P = mg = 60$ N

Điều kiện để khối gỗ chưa bị đổ:

$$M_P \geq M_F \Rightarrow P.d_P \geq F.d_F$$

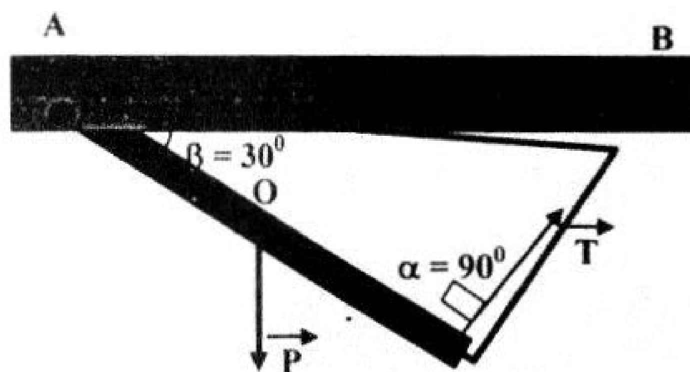
Trong đó: $d_P = \frac{a}{2} = 25$ cm

$$d_F = b = 100 \text{ cm}$$

$$\Rightarrow F_{max} = \frac{P.d_P}{d_F} = \frac{60.25}{100} = 15 \text{ N}$$

Đáp số: $F_{max} = 15$ N

Bài 29.7: Một thanh đồng chất tiết diện đều có chiều dài ℓ trọng lượng 20 N một đầu gắn vào trần nhà bằng một bản lề, đầu còn lại treo bằng một sợi dây sao cho khi đứng yên phương của sợi dây hợp với phương của thanh một góc vuông và góc hợp bởi thanh với trần nhà là 30^0 như hình 29.7. Tính lực căng dây T.



Hình 29.7

Hướng dẫn giải

Từ hình 29.7a điều kiện cân bằng: $M_P = M_T$

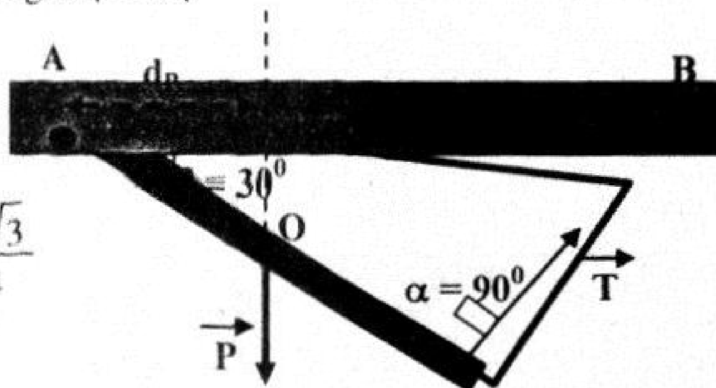
$$\Rightarrow P.\ d_P = T.\ d_T$$

Trong đó:

$$AO = \frac{l}{2}$$

$$d_P = OA.\cos\beta = \frac{l}{2}\cos 30^0 = \frac{l\sqrt{3}}{4}$$

$$d_T = l \Rightarrow T = \frac{P.\ d_P}{d_T} = 5\sqrt{3} \text{ N}$$



Hình 29.7a

Đáp số: $T = 5\sqrt{3}$ N

CHƯƠNG IV - CÁC ĐỊNH LUẬT BẢO TOÀN

Bài 31 - ĐỊNH LUẬT BẢO TOÀN ĐỘNG LƯỢNG

A. HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI

Câu 31.1: Thế nào là hệ kín? Cho ví dụ.

Hướng dẫn trả lời

- Một hệ vật được gọi là hệ kín nếu chỉ có những lực của các vật trong hệ tác dụng lẫn nhau (gọi là nội lực) mà không có tác dụng của những lực từ bên ngoài hệ (gọi là ngoại lực), hoặc nếu có thì các lực này phải triệt tiêu lẫn nhau.
- Ví dụ: xét hệ vật gồm súng và viên đạn. Khi bắn đạn, lực tương tác giữa súng và đạn rất lớn so với ngoại lực cho nên hệ súng và đạn lúc này có thể được xem như là hệ kín.

Câu 31.2: Định nghĩa động lượng của một vật, của một hệ vật. Chứng tỏ các hệ thức $\vec{F} = m\vec{a}$ và $\vec{F} = \dfrac{\Delta\vec{p}}{\Delta t}$ là tương đương. Cho biết ý nghĩa của khái niệm xung lượng của lực.

Hướng dẫn trả lời

- Động lượng của một vật chuyển động là đại lượng đo bằng tích của khối lượng và vận tốc của vật.
  Biểu thức: $\vec{p} = m\vec{v}$
- Chứng tỏ các hệ thức $\vec{F} = m\vec{a}$ và $\vec{F} = \dfrac{\Delta\vec{p}}{\Delta t}$ là tương đương:

Ta có công thức tính gia tốc của một vật: $\vec{a} = \dfrac{\overrightarrow{\Delta v}}{\Delta t} = \dfrac{\vec{v}_2 - \vec{v}_1}{\Delta t}$

Thay vào biểu thức của định luật II Niutơn ta có:

$$\vec{F} = m\vec{a} = m\frac{\vec{v}_2 - \vec{v}_1}{\Delta t} = \frac{m\vec{v}_2 - m\vec{v}_1}{\Delta t} = \frac{\vec{P}_2 - \vec{P}_1}{\Delta t} = \frac{\Delta\vec{P}}{\Delta t}$$

- Ý nghĩa : Tích số $\vec{F}\Delta t$ được gọi là xung lượng của lực tác dụng trong khoảng thời gian Δt. Xung lượng của lực cho ta biết độ biến thiên động lượng của hệ vật trong khoảng thời gian mà lực tác dụng lên hệ.

Câu 31.3: Phát biểu định luật bảo toàn động lượng và viết phương trình cho trường hợp hệ hai vật.

Hướng dẫn trả lời

- Phát biểu: xem phần kiến thức cơ bản.
- Phương trình động lượng cho trường hợp hệ hai vật:
  Xét hệ kín gồm hai vật lương tác :
  + Trước khi tương tác : Vật 1 có khối lượng m_1, vận tốc $\vec{v}_1$
  Vật 2 có khối lượng m_2, vận tốc $\vec{v}_2$
  + Sau khi tương tác : Vật 1 có khối lượng m_1, vận tốc $\vec{v}_1'$
  Vật 2 có khối lượng m_2, vận tốc $\vec{v}_2'$

Áp dụng định luật bảo toàn động lượng : $\vec{P} = \vec{P}' \Rightarrow \vec{P_1} + \vec{P_2} = \vec{P_1}' + \vec{P_2}'$

$$m_1\vec{v}_1 + m_2\vec{v}_2 = m_1\vec{v}_1' + m_2\vec{v}_2'$$

Câu 31.4: Từ phương trình $\Delta\vec{p} = \vec{F}\Delta t$ suy ra rằng đơn vị động lượng trong hệ đơn vị SI còn có thể đo bằng N.m. Bằng cách thay đơn vị niutơn bằng biểu thức của nó, chứng tỏ rằng hai đơn vị khác nhau của động lượng là kg.m/s và N.s thực ra là trùng nhau.

Trả lời

Trong hệ đơn vị SI: đơn vị của F là N; của Δt là s $\Rightarrow$ đơn vị của động lượng p có thể là N.m.

$$\Delta\vec{p} = \vec{F}\Delta t \Rightarrow m.\Delta\vec{v} = \vec{F}\Delta t \Rightarrow kg.m/s = N.s$$

Câu 31.5: Trong bóng đá, khi người thủ môn bắt một quả bóng sút rất căng, người đó phải làm động tác kéo dài thời gian bóng chạm tay mình (thu bóng vào bụng). Hãy giải thích tại sao?

Trả lời

Vì quả bóng được sút rất căng nên nó có một động lượng rất lớn. Nếu tay của người thủ môn chỉ chạm vào bóng trong một thời gian rất ngắn thì theo định luật bảo toàn động lượng tay người sẽ bị tác dụng một lực rất mạnh và quả bóng có thể bị văng ra. Do đó người thủ môn cố gắng ôm bóng vào bụng để cho tay được tiếp xúc với bóng nhiều hơn hạn chế sự tác dụng lực của quả bóng và để quả bóng không bị lọt ra ngoài.

B. HƯỚNG DẪN GIẢI BÀI TẬP

Bài 31.1: Chọn đáp án ***đúng***

Đơn vị của động lượng là:

A. $Kg.m.s^2$ B. N/s C. N.s D. Kg/m.s

Trả lời

Đáp án: C

Bài 31.2: Một quả bóng có khối lượng m đang bay ngang với vận tốc v thì đập vào một bức tường và bật ra với cùng độ lớn vận tốc. Độ biến thiên động lượng của quả bóng là

A. mv B. – mv C. 2mv D. -2mv

Đáp án: D

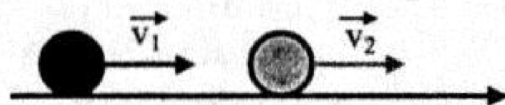
Bài 31.3: Hai vật có khối lượng $m_1 = 1$ kg và $m_2 = 3$ kg chuyển động với các vận tốc $v_1 = 3$ m/s và $v_2 = 1$ m/s. Tìm tổng động lượng (phương, chiều, độ lớn) của hệ trong các trường hợp (hình 31.1):

a. $\vec{v}_1, \vec{v}_2$ cùng hướng.

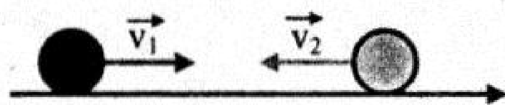
b. $\vec{v}_1, \vec{v}_2$ cùng phương, ngược chiều.

c. $\vec{v}_1$ vuông góc với $\vec{v}_2$

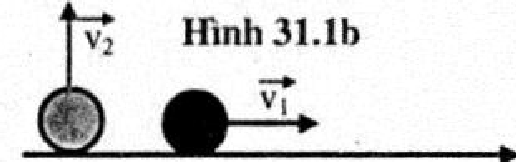
d. $\vec{v}_1$ hợp với $\vec{v}_2$ góc 120^o



Hình 31.1a



Hình 31.1b



Hình 31.1c

Giải

Ta có: $\vec{p} = \vec{p}_1 + \vec{p}_2 \Leftrightarrow m\vec{v} = m\vec{v}_1 + m\vec{v}_2$

Chọn chiều (+) là chiều của $\vec{v}_1$

a. $\vec{v}_1$ và $\vec{v}_2$ cùng hướng hình 31.1a

$\vec{v}_1$ và $\vec{v}_2$ cùng hướng nên $\vec{p}_1$ cùng hướng với $\vec{p}_2$:

Do đó: $p = p_1 + p_2 = m_1v_1 + m_2v_2$

$$p = 1 . 3 + 3 . 1 = 6 \text{ kgm/s}$$

Vậy tổng động lượng có phương và chiều giống như các động lượng thành phần (chiều $\vec{v}_1$).

b. $\vec{v}_1$ và $\vec{v}_2$ cùng phương ngược chiều hình 31.1b.

$\vec{v}_1$ và $\vec{v}_2$ ngược chiều nên $\vec{p}_1$ ngược chiều với $\vec{p}_2$:

Do đó: $p = p_1 - p_2 = m_1v_1 - m_2v_2 = 1.3 - 3.1 = 0$

Vậy tổng động lượng của hệ bằng không.

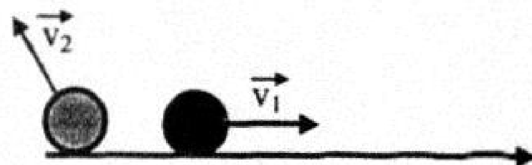
c. $\vec{v}_1$ vuông góc với $\vec{v}_2$ hình 31.1c

$\vec{v}_1$ vuông góc với $\vec{v}_2$ nên

Do đó: $p^2 = p_1^2 + p_2^2 \Rightarrow p^2 = (m_1v_1)^2 + (m_2v_2)^2 = (1.3)^2 + (3.1)^2 = 18$

$\Rightarrow p = 3\sqrt{2}$ (kgm/s)

d. $\vec{v}_1$ hợp với $\vec{v}_2$ một góc 120^o hình 31.1d.



Hình 31.1d

$\vec{v}_1$ hợp với $\vec{v}_2$ một góc 120^o nên $\vec{p}_1$ hợp với $\vec{p}_2$ một góc 120^o

Từ công thức: $\vec{p} = \vec{p}_1 + \vec{p}_2$

Bình phương hai vế ta có:

$$p^2 = p_1^2 + p_2^2 + 2\vec{p}_1.\vec{p}_2 = p_1^2 + p_2^2 + 2p_1p_2\cos(120^0)$$

$$\Leftrightarrow p^2 = (m_1v_1)^2 + (m_2v_2)^2 + 2m_1m_2v_1v_2\cos120^o$$

$$\Rightarrow p^2 = 9 + 9 + 2.1.3.3.1.(-0,5) = 9 \Rightarrow p = 3 \text{ kgm/s}$$

Đáp số: a. 6 kgm/s; b. 0; c. 3$\sqrt{2}$ kgm/s; d. 3 kgm/s

Bài 31.4: (Áp dụng định luật bảo toàn động lượng)

Xe lăn 1 có khối lượng $m_1 = 400$ g, có gắn một lò xo. Xe lăn 2 có khối lượng m_2. Ta cho hai xe áp gần nhau bằng cách buộc dây để nén lò xo (Hình 31.3). Khi đốt dây buộc, lò xo dãn ra và sau một thời gian Δt rất ngắn, hai xe đi về hai phía ngược nhau với vận tốc có độ lớn $v_1 = 1,5$ m/s; $v_2 = 1$ m/s. Tính m_2. (Bỏ qua ảnh hưởng của ma sát trong thời gian Δt).

Tóm tắt

$m_1 = 400$ g $= 0,4$ kg; $v_1 = 1,5$ m/s; $v_2 = 1$ m/s; $m_2 = ?$

Giải

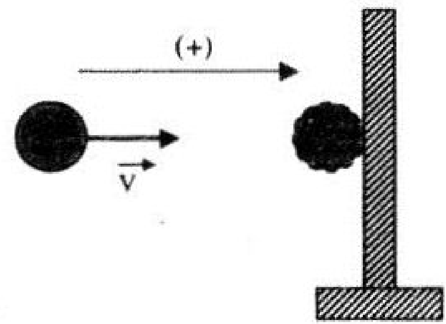
Áp dụng định luật bảo toàn động lượng

$$\vec{p} = \vec{p}_1 + \vec{p}_2 = 0 \Leftrightarrow m_1\vec{v}_1 + m_2\vec{v}_2 = 0 \Rightarrow m_1v_1 = m_2v_2$$

$$\Rightarrow m_2 = \frac{m_1v_1}{v_2} = \frac{400.1,5}{1} = 600 \text{ g}$$

Đáp số : $m_2 = 600$ g

Bài 31.5: Một quả cầu rắn có khối lượng m = 0,1 kg chuyển động với vận tốc v = 4 m/s trên mặt phẳng nằm ngang. Sau khi va chạm vào một vách cứng, nó bị bật trở lại với cùng vận tốc 4 m/s. Hỏi độ biến thiên động lượng của quả cầu sau va chạm bằng bao nhiêu? Tính xung lực (hướng và độ lớn) của vách tác dụng lên quả cầu nếu thời gian va chạm là 0,05 s.



Hình 31.2

Tóm tắt

m = 0,1 kg; $v_1 = v = 4$ m/s; $v_2 = v' = -4$ m/s

t = 0,05s; Δp =?; F = ?

Giải

Độ biến thiên động lượng được tính bằng công thức: $\Delta\vec{p} = \vec{p}_2 - \vec{p}_1$

Chọn chiều dương ngược chiều $\vec{v}$ như trên hình 31.2

Độ biến thiên động lượng của quả cầu sau va chạm:

$$\Delta p = p_2 - (-p_1) = mv_2 - (-mv_1) = -2mv = -2 . 0,1 . 4 = -0,8 \text{ kgm/s}$$

Δp < 0 nên $\overrightarrow{\Delta p}$ ngược chiều dương.

Độ lớn xung lực của vách tác dụng lên quả cầu:

$$\Delta p = F.\Delta t \Rightarrow F = \frac{\Delta p}{\Delta t} = -\frac{0,8}{0,05} = -16 \text{ N}$$

Đáp số: Δp = - 0,8 kgm/s; F = - 16 N

Bài 31.6: Bắn một hòn bi thép với vận tốc v vào một hòn bi ve đang nằm yên. Sau khi va chạm, hai hòn bi cùng chuyển động về phía trước, nhưng bi ve có vận tốc gấp 3 lần vận tốc của bi thép. Tìm vận tốc của mỗi hòn bi sau va chạm. Biết khối lượng bi thép bằng 3 lần khối lượng bi ve.

Tóm tắt

$v_t = v$; $v_v = 0$; $v_v' = 3v_t'$; $m_t = 3m_v$; v_v'?

Giải

Xét hệ gồm hai viên bi.

Động lượng của hệ trước khi va chạm: $\vec{p} = m_t\vec{v}_t + m_v\vec{v}_v$

Động lượng của hệ sau khi va chạm: $\vec{p}' = m_t\vec{v}_t' + m_v\vec{v}_v'$

Áp dụng định luật bảo toàn động lượng ta có:

$$\vec{p} = \vec{p}' \Leftrightarrow m_t\vec{v}_t + m_v\vec{v}_v = m_t\vec{v}_t' + m_v\vec{v}_v'$$

Chọn chiều dương là chiều chuyển động ban đầu của bi thép ta có:

$$m_tv_t + 0 = m_tv_t' + m_vv_v'$$

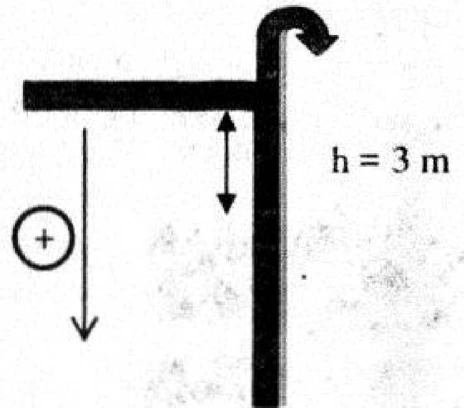
Vì $m_t = 3m_v$ và $v_v' = 3v_t'$ nên: $m_tv_t = m_t\frac{v_v'}{3} + \frac{m_t}{3}v_v'$

$$\Rightarrow v_t = \frac{2v'_v}{3} \Rightarrow v'_v = \frac{3}{2}v_t = \frac{3}{2}v$$

$$\text{Và } v'_t = \frac{v'_v}{3} = \frac{1}{2}v$$

Đáp số: $v'_v = \frac{3v}{2}$; $v'_t = \frac{v}{2}$

Bài 31.7: Một người 60 kg thả mình rơi tự do từ một cầu nhảy ở độ cao 3 m xuống nước và sau khi chạm mặt nước được 0,55 s thì dừng chuyển động. Tìm lực cản mà nước tác dụng lên người.



Hình 31.3

Tóm tắt

$m = 60$ kg; $h = 3$m; $\Delta t = 0{,}55$s; F_C =?

Giải

Vận tốc của người nhảy ngay sát mặt nước:

$$v = \sqrt{2gh}$$

Chọn chiều dương như hình 31.3.

Độ biến thiên động lượng của người sau khi va chạm với mặt nước: $\Delta p = p_2 - (-p_1) = mv_2 - (-mv_1) = -mv$

$\Delta p > 0$ nên $\overrightarrow{\Delta p}$ cùng chiều dương, ngược chiều với $\vec{v}$.

Độ lớn xung lực của mặt nước tác dụng lên người:

$$\Delta p = F.\Delta t \Rightarrow F = \frac{\Delta p}{\Delta t} = -\frac{mv}{\Delta t} = -\frac{m\sqrt{2gh}}{\Delta t} = -\frac{60\sqrt{2.10.3}}{0{,}55} = -845 \text{ N}$$

Vậy lực cản mà nước tác dụng lên người có chiều hướng lên, có độ lớn là 845 N

Đáp số: $F = -845$ N

C. BÀI TẬP LUYỆN TẬP

Bài 31.8: Một viên đạn đang bay thẳng đứng lên cao với vận tốc 100 m/s thì nổ ra thành hai mảnh, mảnh thứ nhất có khối lượng gấp đôi mảnh kia và vận tốc $v_1 = 80$ m/s. Tính độ lớn vận tốc của mảnh thứ hai. Nếu:

a. Mảnh thứ nhất hợp với phương của mảnh thứ hai một góc 90^o.

b. Mảnh thứ nhất hợp với phương ngang một góc 30^o.

Tóm tắt

$v = 100$ m/s; $m_1 = 2m_2$; $v_1 = 80$ m/s; v_2 = ?

Giải

Động lượng của hệ trước khi nổ: $\vec{P} = m\vec{v}$

Với $P = m.v = 100m$

Động lượng của hệ sau khi nổ: $\vec{P'} = \vec{P}_1 + \vec{P}_2 = m_1\vec{v}_1 + m_2\vec{v}_2$

Với $P_1 = m_1v_1 = 80m_1$ và $P_2 = m_2v_2$

Áp dụng định luật bảo toàn động lượng ta có: $\vec{P} = \vec{P'} \Rightarrow \vec{P} = \vec{P}_1 + \vec{P}_2$

Ta có $m = m_1 + m_2$ và $m_1 = 2m_2$

Nên $m_2 = \frac{1}{3}m; m_1 = \frac{2}{3}m$

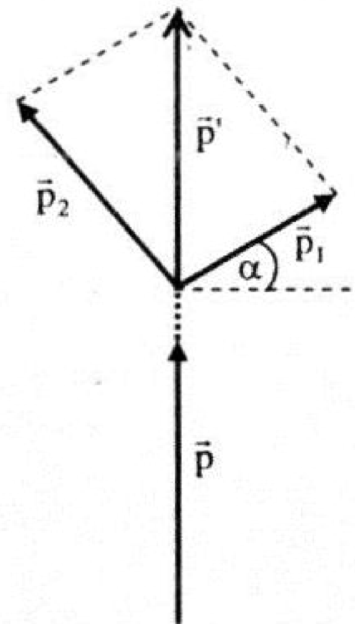
Do đó: $P_1 = 80m_1 = \frac{160}{3}m$; $P_2 = m_2v_2 = \frac{1}{3}v_2.m$

a. Vì mảnh đạn thứ nhất hợp với phương của mảnh thứ hai một góc 90° như hình 31.4 nên: $P^2 = P_1^2 + P_2^2 \Rightarrow P_2^2 = P^2 - P_1^2$

Suy ra: $\left(\frac{1}{3}v_2m\right)^2 = (100m)^2 - \left(\frac{160}{3}m\right)^2$

$\frac{1}{9}v_2^2 = 100^2 - \frac{160^2}{9} \Rightarrow v_2^2 = 90\,000 - 25\,600 = 64\,400$

$\Rightarrow v_2 = 253,8$ m/s



Hình 31.4

b. Vì phương của mảnh đạn thứ nhất hợp với phương ngang một góc 30° do đó góc hợp bởi $\vec{P}$ và $\vec{P}_1$ là góc 60°

$$\vec{P} = \vec{P}' \Rightarrow \vec{P} = \vec{P}_1 + \vec{P}_2 \Rightarrow \vec{P}_2 = \vec{P} - \vec{P}_1$$

Bình phương hai vế: $P_2^2 = \left(\vec{P} - \vec{P}_1\right)^2 = P^2 + P_1^2 - 2\vec{P}.\vec{P}_1$

$$\Rightarrow P_2^2 = P^2 + P_1^2 - 2P.P_1.\cos 60^0$$

Suy ra:

$$\left(\frac{1}{3}v_2m\right)^2 = (100m)^2 + \left(\frac{160}{3}m\right)^2 - 2m^2.\frac{2}{3}.100.80.\frac{1}{2}$$

$$\Leftrightarrow \frac{1}{9}v_2^2 = 100^2 + \frac{160^2}{9} - \frac{16000}{3} \Leftrightarrow v_2^2 = 9.\ 10\,000 + 25\,600 - 48\,000$$

$$\Leftrightarrow v_2^2 = 67\,600 \Rightarrow v_2 = 260\ (m/s)$$

Đáp số: a. $v_2 = 253,8$ m/s; b. $v_2 = 260$ m/s

Bài 31.9: Một súng có khối lượng M = 10 kg được đặt trên mặt đất nằm ngang. Bắn một viên đạn khối lượng m = 100 g theo phương nằm ngang. Vận tốc của đạn là v = 50 m/s. Tính vận tốc giật lùi V' của súng.

Tóm tắt

M = 10 kg; m = 100 g = 0,1 kg ; v = 50 m/s; V' = ?

Hướng dẫn giải

Xem hệ súng và đạn như một hệ kín.

Động lượng của hệ trước khi bắn: $\vec{p} = (M + m).\vec{V} = \vec{0}$

Động lượng của hệ sau khi bắn: $\vec{p}' = m\vec{v} + M\vec{V}'$

Áp dụng định luật bảo toàn động lượng ta có:

$$\vec{p} = \vec{p}' \Leftrightarrow m\vec{v} + M\vec{V}' = \vec{0}$$

$$M.V' = -m.v \Rightarrow V' = -\frac{mv}{M} = -\frac{0,1.50.}{10} = 0,5\ (m/s)$$

Đáp số: V' = 0,5 m/s

Bài 32
CHUYỂN ĐỘNG BẰNG PHẢN LỰC
BÀI TẬP VỀ ĐỊNH LUẬT BẢO TOÀN ĐỘNG LƯỢNG

A. HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI

Câu 32.1: Trình bày nguyên tắc chuyển động bằng phản lực. Cho ví dụ.

Hướng dẫn trả lời

- Trong một hệ kín nếu có một phần của hệ chuyển động theo một hướng, thì theo định luật bảo toàn động lượng, phần còn lại của hệ phải chuyển động theo hướng ngược lại.
- Ví dụ: một nhà du hành vũ trụ trong không gian, khi bị đứt sợi dây nối mình với tàu vũ trụ thì người đó phải ném bình khí Ôxy về phía ngược với tàu để người đó bị một phản lực đẩy về phía tàu. Hoặc các tên lửa nhiều tầng thường phụt khí ra phía sau để tạo phản lực đẩy tên lửa lên phía trước.

Câu 32.2: Mô tả và giải thích chuyển động của loài sứa và loài mực trong nước.

Trả lời

Loài sứa và loài mực khi di chuyển trong nước có thể được mô tả qua hai giai đoạn. Giai đoạn đầu, trước khi di chuyển, thân hình chúng phình to ra thu một lượng nước vào khoang bụng. Giai đoạn hai, lúc bắt đầu di chuyển, chúng co mình lại để đẩy một lượng nước chuyển động ra phía sau thân của chúng. Khối nước di chuyển về phía sau tạo một phản lực tác dụng lên thân khiến chúng chuyển động lao nhanh về phía trước. Đây chính là nguyên tắc chuyển động bằng phản lực.

Câu 32.3: Nêu đặc điểm hoạt động khác nhau giữa động cơ phản lực của máy bay và tên lửa. Vai trò của tên lửa vũ trụ quan trọng như thế nào?

Trả lời

- Động cơ phản lực của máy bay và tên lửa đều hoạt động dựa trên nguyên tắc chuyển động bằng phản lực. Khi hoạt động, các chất khí phụt ra sau làm động cơ tiến về phía trước. Tuy vậy chúng khác nhau ở chỗ : động cơ phản lực của máy bay dùng không khí bên ngoài làm chất ôxi hóa để đốt cháy nhiên liệu. Còn tên lửa thì mang cả nhiên liệu lẫn chất ôxi hóa bên trong. Các tên lửa lớn thì thường có nhiều tầng, mỗi tầng có bình chứa nhiên liệu. Khi nhiên liệu một tầng đã cháy hết thì cả tầng được tách ra khỏi tên lửa để làm giảm khối lượng của tên lửa.
- Vai trò của tên lửa vũ trụ : tên lửa vũ trụ đảm nhiệm vai trò vận chuyển các phương tiện khác nhau vào vũ trụ như phóng vệ tinh nhân tạo, phóng các trạm thăm dò lên hành tinh khác trong hệ Mặt Trời và đưa con người vượt khỏi sức hút của Trái Đất để bay vào vũ trụ.

B. HƯỚNG DẪN GIẢI BÀI TẬP

Bài 32.1: Hai xe lăn nhỏ có khối lượng $m_1 = 300$ g và $m_2 = 2$ kg chuyển động trên mặt phẳng ngang ngược chiều nhau với các vận tốc tương ứng $v_1 = 2$ m/s và $v_2 = 0,8$ m/s. Sau khi va chạm, hai xe dính vào nhau và chuyển

động với cùng một vận tốc. Tìm độ lớn và chiều của vận tốc này. Bỏ qua mọi lực cản.

Tóm tắt

$m_1 = 300$ g $= 0{,}3$ kg; $m_2 = 2$ kg; $v_1 = 2$ m/s; $v_2 = 0{,}8$ m/s; $v = ?$

Giải

Bỏ qua mọi lực cản nên ta xem hệ hai xe như là một hệ kín.

Động lượng của hệ trước khi va chạm : $\vec{p} = \vec{p}_1 + \vec{p}_2 = m_1\vec{v}_1 + m_2\vec{v}_2$

Động lượng của hệ sau khi va chạm : $\vec{p}' = (m_1 + m_2).\vec{v}$

Áp dụng định luật bảo toàn động lượng ta có:

$$\vec{p}' = \vec{p} \Leftrightarrow (m_1 + m_2).\vec{v} = m_1\vec{v}_1 + m_2\vec{v}_2$$

Chọn chiều dương là chiều chuyển động của xe thứ nhất (chiều $\vec{v}_1$).

Giả sử sau va chạm hai xe chuyển động cùng chiều (+)

$$\Rightarrow (m_1 + m_2).v = m_1v_1 - m_2v_2$$

$$\Rightarrow v = \frac{m_1v_1 - m_2v_2}{m_1 + m_2} = \frac{0{,}3.2 - 2.0{,}8}{0{,}3 + 2} \approx -0{,}44\ (m/s)$$

Vậy sau va chạm hai xe chuyển động ngược chiều chuyển động của xe thứ nhất (cùng chiều chuyển động của xe thứ hai) với vận tốc là 0,44 m/s

Đáp số: v =0,44 m/s

Bài 32.2: Một tên lửa có khối lượng tổng cộng M = 10 tấn đang bay với vận tốc V = 200 m/s đối với Trái Đất thì phụt ra phía sau (tức thời) khối lượng khí với vận tốc v = 500 m/s đối với tên lửa. Tìm vận tốc tức thời của tên lửa sau khi phụt khí với giả thiết vận tốc v của khí giữ nguyên không đổi.

Tóm tắt

$M = 10$ tấn $= 10.10^3$ kg; $m = 2$ tấn $= 2.10^3$ kg; $V = 200$ m/s; $v = 500$ m/s; $V' = ?$

Giải

Chọn hệ qui chiếu gắn với mặt đất:

Chọn trục tọa độ có phương trùng với phương chuyển động của tên lửa, chiều dương là chiều chuyển động của tên lửa.

Vận tốc của khí phụt ra so với Trái Đất: $\vec{v}_k = \vec{v} + \vec{V}$

Gọi V' là vận tốc của tên lửa sau khi có khí phụt ra:

Áp dụng định luật bảo toàn động lượng ta có:

$$M\vec{V} = m\vec{v}_k + (M - m)\vec{V}' \Rightarrow M\vec{V} = m(\vec{v} + \vec{V}) + (M - m)\vec{V}' \quad (1)$$

Chiếu (1) lên trục toạ độ ta có:

$$MV = m(V - v) + (M\text{-}m)V'$$

$$\Rightarrow V' = \frac{MV - m(V - v)}{M - m} = \frac{10.10^3.200 - 2.10^3.(-300)}{(10 - 2).10^3} = 325\ (m/s)$$

Ta thấy $V_m > 0$ do đó tên lửa vẫn chuyển động về phía trước với vận tốc tức thời là 325 m/s

Đáp án: $V_m = 325$ m/s

Bài 32.3: Một viên đạn có khối lượng m = 2 kg khi bay đến điểm cao nhất của quĩ đạo parabol với vận tốc v = 200 m/s theo phương nằm ngang thì nổ

thành hai mảnh. Một mảnh có khối lượng $m_1 = 1,5$ kg văng thẳng đứng xuống dưới với vận tốc v_1 cũng bằng 200 m/s. Hỏi mảnh kia bay theo hướng nào và với vận tốc bằng bao nhiêu?

Tóm tắt

$m = 2$ kg; $v = 200$ m/s; $m_1 = 1,5$ kg; $v_1 = 200$ m/s; $v_2 = ?$; $\alpha = ?$

Giải

Gọi $\vec{P}$ là động lượng của viên đạn trước khi nổ: $P = m.v = 2.200 = 400$ kgm/s

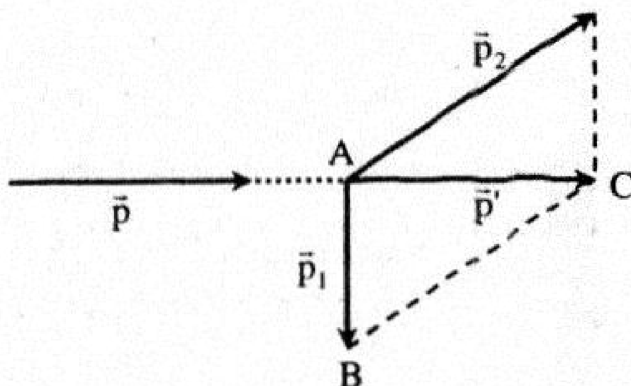
$\vec{P}_1$ là vectơ động lượng của mảnh một sau khi nổ:

$P_1 = m_1v_1 = 1,5.200 = 300$ kgm/s

$\vec{P}_2$ là vectơ động lượng của mảnh hai sau khi nổ: $P_2 = m_2v_2 = (m - m_1).v_2 = 0,5.v_2$

Gọi $\vec{P}'$ là động lượng của hệ sau khi nổ:

$\vec{P}' = \vec{P}_1 + \vec{P}_2$



Hình 32.1

Áp dụng định luật bảo toàn động lượng:

$\vec{P}' = \vec{P} = \vec{P}_1 + \vec{P}_2$

Dựa trên hình vẽ biểu diễn các vectơ động lượng trên hình 32.1 ta có:

$$P_2^2 = P'^2 + P_1^2 = P^2 + P_1^2$$

$$\Rightarrow P_2^2 = 300^2 + 400^2 = 500^2 \Rightarrow P_2 = 500 \text{ kgm/s}$$

Vận tốc của mảnh hai sau khi nổ: $P_2 = m_2v_2 \Rightarrow v_2 = \dfrac{P_2}{0,5} = \dfrac{500}{0,5} = 1000\ (m/s)$

Gọi α là góc hợp bởi $\vec{P}_2$ và $\vec{P}$. Ta có: $\sin\alpha = \dfrac{p_1}{p_2} = \dfrac{300}{500} = 0,6 \Rightarrow \alpha \approx 37^0$

Vậy mảnh thứ hai bay chếch lên trên hợp với phương ngang một góc 37^0 với vận tốc 1000 m/s

Đáp số: $\alpha \approx 37^0$; $v_2 = 1000$ m/s

C. BÀI TẬP LUYỆN TẬP

Bài 32.4: Một viên đạn khối lượng 1 kg đang bay theo phương ngang thì bị nổ ra làm hai mảnh. Mảnh thứ nhất bay lên cao hợp với phương thẳng đứng một góc 30^o và có vận tốc gấp đôi vận tốc của viên đạn lúc đầu. Mảnh thứ hai bay lệch xuống dưới so với phương của viên thứ nhất một góc 90^o. Tính khối lượng của từng mảnh đạn.

Tóm tắt

$m = 1$ kg; $\alpha' = 30^o$; $v_1 = 2v$;

$\beta = 90^o$; $m_1 = ?$ $m_2 = ?$

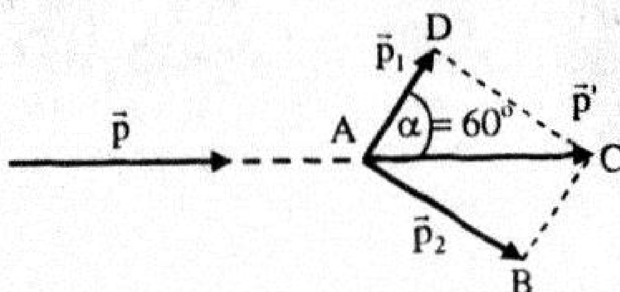
Giải

Xét viên đạn như một hệ kín.

Động lượng của viên đạn trước khi nổ: $\vec{p} = m\vec{v}$

Động lượng của viên đạn sau khi nổ:

$\vec{p}' = \vec{p}_1 + \vec{p}_2 = m_1\vec{v}_1 + m_2\vec{v}_2$



Hình 32.2

Áp dụng định luật bảo toàn động lượng ta có: $\vec{p} = \vec{p}' \Leftrightarrow m\vec{v} = m_1\vec{v}_1 + m_2\vec{v}_2$

Dựa trên hình vẽ biểu diễn các vectơ động lượng (hình 32.2) ta có:

$$p_1 = \frac{1}{2}p \qquad (AD = \frac{1}{2}AC) \Rightarrow m_1v_1 = \frac{1}{2}mv$$

Mặt khác $v_1 = 2v$ nên: $2m_1v = \frac{1}{2}mv \Rightarrow m_1 = \frac{m}{4} = \frac{1}{4} = 0,25$ kg

$$\Rightarrow m_2 = m - m_1 = 1 - 0,25 = 0,75 \text{ kg}.$$

***Đáp số:** $m_1 = 0,25$ kg; $m_2 = 0,75$ kg*

Bài 33 - CÔNG VÀ CÔNG SUẤT

A. HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI

Câu 33.1: Định nghĩa công cơ học và đơn vị công. Viết biểu thức tính công trong trường hợp tổng quát.

Hướng dẫn trả lời

- Công A là đại lượng đo bằng tích độ lớn của lực và hình chiếu của độ dời trên phương của lực.
  Công được tính theo biểu thức: $A = Fs\cos\alpha$
  Đơn vị của công A là jun (J).
- Biểu thức tính công trong trường hợp tổng quát: $A = \vec{F}.\vec{s}$

Câu 33.2: Nêu ý nghĩa công dương và công âm. Cho ví dụ.

Trả lời

- Công dương là công do lực phát động thực hiện.
- Công âm đặc trưng cho sự cản trở chuyển động.
- Ví dụ : Một người dùng tay kéo một vật chuyển động trên đường nằm ngang thì công của lực kéo là công dương còn công của lực ma sát là công âm.

Câu 33.3: Định nghĩa công suất và đơn vị công suất. Nêu ý nghĩa của công suất.

Hướng dẫn trả lời

- Công suất là đại lượng có giá trị bằng thương số giữa công A và thời gian t cần để thực hiện công ấy.
- Ký hiệu công suất là P

$$P = \frac{A}{t}$$

- Đơn vị của công suất là W
  Một đơn vị thường dùng khác là: mã lực (HP)
- Ý nghĩa của công suất: công suất là đại lượng đặc trưng cho khả năng thực hiện công nhanh hay chậm. Một máy có công suất càng lớn nếu thời gian để thực hiện một công cho trước càng ngắn.

B. HƯỚNG DẪN GIẢI BÀI TẬP

Bài 33.1: Câu nào sau đây là ***đúng***

A. Lực là đại lượng vectơ, do đó công cũng là một đại lượng vectơ.

B. Trong chuyển động tròn, lực hướng tâm thực hiện công vì có cả hai yếu tố: lực tác dụng và độ dời của điểm đặt của lực.

C. Công của lực là đại lượng vô hướng và có giá trị đại số.

D. Khi một vật chuyển động thẳng đều, công của tổng hợp lực là khác không vì có độ dời của vật.

Trả lời

Đáp án: C

Bài 33.2: Một tàu chạy trên sông theo đường thẳng kéo một sà lan chở hàng với một lực không đổi $F = 5.10^3$ N. Hỏi khi lực thực hiện được một công bằng 15.10^6 J thì sà lan đã dời chỗ theo phương của lực được quãng đường bằng bao nhiêu?

Tóm tắt

$F = 5.10^3 N$; $A = 15.10^6$ J; S = ?

Giải

Lực kéo F của tàu đã sinh ra công A, và chúng có mối liên hệ như sau:

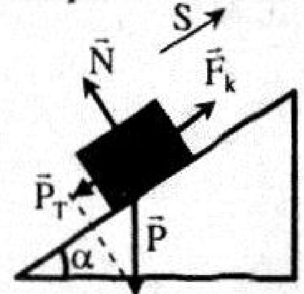
$$A = F.S.\cos\alpha$$

Vì lực F kéo song song với phương chuyển động nên $\cos\alpha = 1 \Rightarrow A = F.S$

$$\Rightarrow S = \frac{A}{F} = \frac{15.10^6}{5.10^3} = 3.10^3 \text{ m}$$

Đáp số: s = 3000 m

Bài 33.3: Một vật khối lượng m = 3 kg được kéo lên trên mặt phẳng nghiêng một góc 30° so với phương ngang bởi một lực không đổi F = 50 N dọc theo đường dốc chính. Hãy xác định các lực tác dụng lên vật và công do từng lực thực hiện với độ dời s = 1,5 m. Bỏ qua ma sát của chuyển động.



Hình 33.1

Tóm tắt

m = 3 kg; α = 30°; F = 50 N , s = 1,5 m, A =?

Giải

Các lực tác dụng lên vật bao gồm:

Lực kéo F; Phản lực N của mặt phẳng nghiêng; Trọng lực P.

Công của lực kéo F là: $A_{Fk} = F_k . s = 50.1,5 = 75$ J

Công của phản lực N: $A_N = 0$ J

(vì phản lực N vuông góc với đường dốc chính do đó hình chiếu của nó trên phương chuyển động bằng không)(hình 33.1).

Công của trọng lực P:

$$A_P = P.s.\cos\beta = P_T.s.\cos\beta = P\sin\alpha.s.\cos180° = - m.g.\sin\alpha.S$$

$$A_P = - 3 . 10 . 1,5 . 0,5 = - 22,5 \text{ (J)}$$

Đáp số: $A_{Fk} = 75$ J; $A_N = 0$ J; $A_P = -22,5$ J

Bài 33.4: Một vật khối lượng m = 2 kg rơi tự do từ độ cao h = 10 m so với mặt đất. Bỏ qua sức cản của không khí. Hỏi sau thời gian 1,2 giây trọng lực đã thực hiện được một công bằng bao nhiêu? Công suất trung bình của trọng lực trong thời gian 1,2 s và công suất tức thời tại thời điểm t = 1,2 s khác nhau ra sao?

Tóm tắt

$m = 2$ kg; $h = 10$ m; $t = 1,2$ s; $g = 9,8$ m/s^2; $A_P = ?$; $P_{TB} = ?$; $P_{tt} = ?$

Giải

Quãng đường vật rơi được trong thời gian $t = 1,2$ s là:

$$s = \frac{gt^2}{2} = \frac{9,8.1,2^2}{2} = 7,056 \text{ m}$$

Công mà trọng lực đã thực hiện được: $A_P = P.s.\cos\alpha = m.g.s.\cos\alpha$

Chọn trục tọa độ có phương thẳng đứng, chiều dương hướng xuống dưới.

Vì trọng lực P hướng thẳng đứng xuống dưới nên $\cos\alpha = 1$.

$$\Rightarrow A_P = m.g.s = 2.9,8.7,056 = 138,3 \text{ J}$$

Công suất trung bình của trọng lực: $P_{TB} = \frac{A_P}{t} = \frac{138,3}{1,2} = 115,25$ W

Công suất tức thời của trọng lực: $P_{tt} = F.v$

Trong đó: $F = P = mg = 2 . 9,8 = 19,6$ N

$v = gt = 9,8 . 1,2 = 11,76$ m/s

$P_{tt} = 19,6 . 11,76 = 230,5$ W

Nhận xét: ta thấy P_{TB} nhỏ hơn rất nhiều so với P_{tt}

Đáp số: $A_P = 138,3$ J; $P_{TB} = 115,25$ W; $P_{tt} = 230,5$ W

Bài 33.5: Một máy bơm nước mỗi giây có thể bơm được 15 lít nước lên bể nước ở độ cao 10 m. Nếu coi mọi tổn hao là không đáng kể, hãy tính công suất của máy bơm. Trong thực tế hiệu suất của máy bơm chỉ là 70%. Hỏi sau nửa giờ, máy bơm đã thực hiện một công bằng bao nhiêu?

Tóm tắt

$V = 15$ lít; $h = 10$ m; $H = 70\%$; $\Delta t = 30' = 1800$ s; $P = ?$ $A = ?$

Giải

Khối lượng của 15 *l* nước là: $m = V . D = 15.1 = 15$ kg

Công trọng lực: $A_P = - m.g.h = - 15.10.10 = - 1500$ J

Để đưa được khối lượng nước trên lên độ cao 10 m, máy bơm phải sinh một công tối thiểu: $A = |A_P| = 1500$ J

Công suất của máy bơm: $P = \frac{A}{t} = 1500$ W

Nếu hiệu suất bằng 70% thì công thực tế là: $H = \frac{A_{có\ ích}}{A_{toàn phần}} = 70\% = 0,7$

$$A_{toàn\ phần} = \frac{A_{có\ ích}}{0,7} = \frac{P.t}{0,7}$$

Công của máy bơm thực hiện trong 30 phút là:

$$A_{toàn\ phần} = \frac{1500.1800}{0,7} = 3857.10^3 \text{ J} = 3857 \text{ kJ}$$

Đáp số: $P = 1500$ W; $A_{tp} = 3857$ ***Kj***

C. BÀI TẬP LUYỆN TẬP

Bài 33.6 Một người kéo một vật A có khối lượng 200 g trên một mặt phẳng nằm ngang không ma sát. Biết rằng lực kéo $F = 200$ N hợp với phương nằm

ngang một góc 30^o và có phương đi qua trọng tâm của vật như hình 33.2. Dưới tác dụng của lực kéo, vật di chuyển được quãng đường 20 cm. Hãy tính công của các lực tác dụng lên vật.

Tóm tắt

$m = 200$ g $= 0,2$ kg; $\alpha = 30^o$; $S = 20$ cm $= 0,2$ m; $A_{Fk} = ?$; $A_P = ?$; $A_N = ?$

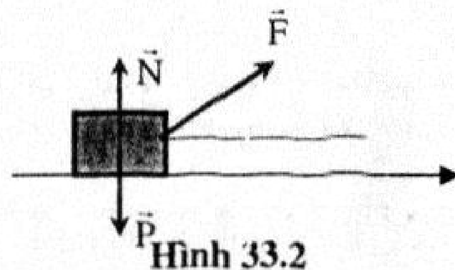
Giải

Vật chuyển động trên mặt phẳng nằm ngang chịu tác dụng của lực kéo F, trọng lực P và phản lực N.

Ta có biểu thức tính công: $A = Fs\cos\alpha$

Trọng lực P và phản lực N vuông góc với phương chuyển động $\Rightarrow \alpha = 0^o$

Vậy $A_P = A_N = 0$ J



Hình 33.2

Lực kéo hợp với phương nằm ngang một góc 30^o

Công của lực kéo vật: $A_{Fk} = F_k.S.\cos\alpha = 200.0,2.\dfrac{\sqrt{3}}{2} = 34,6$ (J)

***Đáp số:** $A_P = A_N = 0$ J; $A_{Fk} = 34,6$ J*

Bài 34 - ĐỘNG NĂNG – ĐỊNH LÍ ĐỘNG NĂNG

A. HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI

Câu 34.1: Viết biểu thức động năng của vật có khối lượng m chuyển động tịnh tiến với vận tốc v. Đơn vị động năng là gì?

Động năng của vật sẽ thay đổi ra sao nếu:

a. m không thay đổi, v tăng gấp 2;

b. v không đổi, m tăng gấp 2;

c. m giảm ½, v tăng gấp 4;

d. v giảm ½, m tăng gấp 4;

Trả lời

- Công thức: $W_đ = \dfrac{1}{2}m.v^2$

  Động năng là một đại lượng vô hướng và luôn luôn dương.

- Đơn vị của động năng là jun (J)

Ta thấy : $W_đ = \dfrac{mv^2}{2}$ nên:

a. m không thay đổi, v tăng gấp 2 :

$$W_{đ2} = \frac{m_2v_2^2}{2} = \frac{m.(2v)^2}{2} = 4\frac{mv^2}{2} = 4W_{đ1}$$

m không thay đổi, v tăng gấp 2 thì động năng tăng gấp 4 lần.

b. v không đổi, m tăng gấp 2:

$$W_{đ2} = \frac{m_2v_2^2}{2} = \frac{2m.v^2}{2} = 2\frac{mv^2}{2} = 2W_{đ1}$$

v không đổi, m tăng gấp 2 thì động năng tăng gấp hai lần.

c. m giảm ½, v tăng gấp 4: $W_{đ2} = \frac{m_2 v_2^2}{2} = \frac{\frac{m}{2}.(4v)^2}{2} = 8\frac{mv^2}{2} = 8W_{đ1}$

m giảm ½, v tăng gấp 4 thì động năng tăng gấp 8 lần.

d. v giảm ½, m tăng gấp 4 $W_{đ2} = \frac{m_2 v_2^2}{2} = \frac{4m.\left(\frac{v}{2}\right)^2}{2} = \frac{mv^2}{2} = W_{đ1}$

v giảm ½, m tăng gấp 4 thì động năng không thay đổi.

Câu 34.2: Phát biểu định lí về động năng. Từ đó nói rõ mối quan hệ giữa công và năng lượng.

Trả lời

- Phát biểu: Độ biến thiên động năng của một vật bằng công của ngoại lực tác dụng lên vật. $A_{12} = W_{đ2} - W_{đ1}$
- Mối quan hệ giữa công và năng lượng: Nếu công của ngoại lực dương (công phát động) thì động năng của hệ tăng. Nếu công của ngoại lực âm (công cản) thì động năng của vật giảm.

Câu 34.3: Hai vật cùng khối lượng, chuyển động cùng vận tốc, nhưng một theo phương ngang và một theo phương thẳng đứng. Hai vật có cùng động năng hay không, cùng động lượng hay không?

Trả lời

- Hai vật sẽ có cùng động năng vì động năng là một đại lượng vô hướng phụ thuộc vào bình phương độ lớn vận tốc của vật. Khi hai vật chuyển động cùng vận tốc thì động năng của chúng bằng nhau.
- Hai vật không có cùng động lượng vì động lượng là đại lượng vectơ phụ thuộc vào hướng của vectơ vận tốc. Khi hai vật chuyển động theo hai phương khác nhau, vectơ vận tốc của chúng khác nhau do vậy chúng không có cùng động lượng.

Câu 34.4: Lực tác dụng lên một vật chuyển động có làm thay đổi động năng của vật hay không, nếu:

a. Lực vuông góc với vận tốc của vật?

b. Lực cùng phương với vận tốc của vật?

c. Lực hợp với phương của vận tốc một góc α ?

Trả lời

a. Lực tác dụng vuông góc với vận tốc của một vật chuyển động không làm thay đổi động năng của vật vì hình chiếu của lực lên phương chuyển động vuông góc với độ dời của nó do đó công mà lực đó thực hiện bằng không. Không có công của ngoại lực tác dụng thì động năng của vật không đổi.

b. Lực tác dụng cùng phương với vận tốc của một vật chuyển động sẽ làm thay đổi động năng của vật vì lực đó sẽ sinh ra một công trong thời gian tác dụng của nó.

c. Lực hợp với phương của vận tốc một góc α sẽ làm cho vật thay đổi động năng vì hình chiếu của lực lên phương chuyển động không vuông góc với độ dời của vật do đó lực vẫn sinh ra một công và làm động năng của vật thay đổi.

B. HƯỚNG DẪN GIẢI BÀI TẬP

Bài 34.1: Một ô tô tải 5 tấn và một ô tô con 1300 kg chuyển động cùng chiều trên đường cái trước cái sau với cùng vận tốc không đổi 54 km/h. Tính:

a. Động năng của mỗi ô tô.

b. Động năng của ô tô con trong hệ qui chiếu gắn với ô tô tải.

Tóm tắt

$M = 5.10^3$ kg; m = 1300 kg; v = 54 km/h = 15 m/s; $W_đ$ =?

Giải

a. Động năng của ô tô tải là:

$$W_đ = \frac{Mv^2}{2} = \frac{1}{2}.5.10^3.15^2 = 562500 \text{ J} = 562{,}5 \text{ kJ}$$

Động năng của ô tô con là:

$$W_đ = \frac{mv^2}{2} = \frac{1}{2}.1300.15^2 = 146\,250 \text{ J} = 146{,}25 \text{ kJ}$$

b. Động năng của ô tô con trong hệ qui chiếu gắn với ô tô tải là:

Vì hai xe chuyển động cùng chiều và cùng vận tốc nên vận tốc của ô tô con so với ô tô tải bằng không. $\Rightarrow W_đ = 0$

Đápsố: $W_{đt} = 562{,}5$ kJ; $W_{đ\,ôtô} = 146{,}25$ kJ; $W_{đ\,qc} = 0$

Bài 34.2: Một ô tô tăng tốc trong hai trường hợp: từ 10 km/h lên 20 km/h và từ 50 km/h lên 60 km/h trong cùng một khoảng thời gian như nhau. Nếu bỏ qua ma sát, hãy so sánh xem lực tác dụng và công do lực thực hiện trong hai trường hợp có bằng nhau không? Tại sao?

Tóm tắt

10 km/h → 20 km/h; 50 km/h → 60 km/h so sánh A?

Giải

Lực tác dụng trong trường hợp thứ nhất là:

$$F = ma_1 = m\frac{20-10}{\Delta t} = \frac{10m}{\Delta t} \text{ N} \quad (1)$$

Lực tác dụng trong trường hợp thứ hai là:

$$F = ma_2 = m\frac{60-50}{\Delta t} = \frac{10m}{\Delta t} \text{ N} \quad (2)$$

Từ (1) và (2) ta suy ra hai lực tác dụng vào xe bằng nhau.

Công thực hiện trong trường hợp thứ nhất là:

$$A_1 = W_{đ2} - W_{đ1} = \frac{mv_2^2}{2} - \frac{mv_1^2}{2} = \frac{m}{2}\left(v_2^2 - v_1^2\right)^2 \quad (3)$$

Tương tự ta có công thực hiện trong trường hợp 2 là:

$$A_2 = \frac{m}{2}\left(v_4^2 - v_3^2\right)^2 \quad (4)$$

Từ (3) và (4) ta có tỉ số: $\frac{A_1}{A_2} = \frac{v_2^2 - v_1^2}{v_4^2 - v_3^2} = \frac{20^2 - 10^2}{60^2 - 50^2} < 1 \Rightarrow A_2 > A_1$

Vật có vận tốc càng lớn thì cần phải có một công càng lớn để tăng tốc.

Đáp số: $W_{đ2} = W_{đ1}$; $A_2 > A_1$

Bài 34.3: Một viên đạn khối lượng m = 10 g bay ngang với vận tốc v_1 = 300 m/s xuyên qua tấm gỗ dày 5 cm. Sau khi xuyên qua gỗ, đạn có vận tốc v_2 = 100 m/s. Tính lực cản trung bình của tấm gỗ tác dụng lên viên đạn.

Giải

Theo định lí động năng: $A = W_{đ2} - W_{đ1}$

$$-F_C.s = \frac{mv_2^2}{2} - \frac{mv_1^2}{2}$$

Lực cản trung bình của tấm gỗ tác dụng lên viên đạn:

$$F_C = \frac{m}{2s}\left(v_2^2 - v_1^2\right) = \frac{0,01}{2.0,05}(100^2 - 300^2) = -8\,000\text{ N}$$

***Đáp số:** F_C = - 8 000 N*

Bài 34.4: Trên mặt phẳng nhẵn nằm ngang, vật chịu tác dụng của hai lực $\vec{F_1}$, $\vec{F_2}$ trong mặt phẳng có phương vuông góc với nhau như hình 34.2. Khi vật dịch chuyển được 2 m từ trạng thái nghỉ, động năng của vật bằng bao nhiêu? Xét các trường hợp:

a. F_1 = 10 N, F_2 = 0 b. F_1 = 0, F_2 = 5 N c. $F_1 = F_2$ = 5 N

Giải

a. Hợp lực của hai lực là: $F = F_1$ = 10 N

Theo định lí động năng: $A = W_{đ2} - W_{đ1} = F.s$

Với: $W_{đ1} = \frac{mv_1^2}{2} = 0$

Động năng của vật bằng: $E_{đ2}$ = F. s = 10 . 2 = 20 J

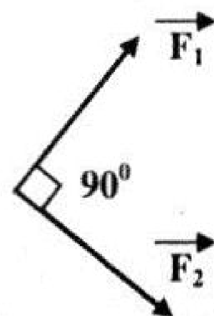
b. Tương tự:

Hợp lực của hai lực là: $F = F_2$ = 5 N

Động năng của vật bằng: $E_{đ2}$ = F. s = 5 . 2 = 10 J

c. Hợp lực của hai lực là: $F = \sqrt{F_1^2 + F_2^2} = 5\sqrt{2}$ N

Động năng của vật bằng: $E_{đ2} = F.\ s = 5\sqrt{2}\ .\ 2 = 10\sqrt{2}$ J



Hình 34.2

***Đáp số:** a) $E_{đ2}$ = 20 J; b) $E_{đ2}$ = 10 J; c) $E_{đ2} = 10\sqrt{2}$ J*

Bài 34.5: Một chiếc xe được kéo từ trạng thái nghỉ trên một đoạn đường nằm ngang dài 20 m với một lực có độ lớn không đổi bằng 300 N và có phương hợp với độ dời góc 30°. Lực cản do ma sát cũng được coi là không đổi và bằng 200 N. Tính công của mỗi lực. Động năng của xe ở cuối đoạn đường bằng bao nhiêu?

Giải

Công do lực kéo: $A_k = F_k.s.\cos\alpha = 300\ .\ 20\cos 30^0 = 3000\sqrt{3}$ J ≈ 5 196 J

Công do lực ma sát: $A_{ms} = -F_{ms}.s = -200\ .\ 20 = -4\,000$ J

Theo định lí động năng: $A = A_k + A_{ms} = W_{đ2} - W_{đ1}$

Với: $W_{đ1} = \frac{mv_1^2}{2} = 0$

Động năng của xe ở cuối đoạn đường bằng:

$$W_{đ2} = A = A_k + A_{ms} = 5\,196 - 4\,000 = 1\,196\text{ J}$$

***Đáp số:** A_k = 5 196 J; A_{ms} = - 4 000 J; $W_{đ2}$ = 1 196 J*

Bài 34.6: Một ô tô có khối lượng 1 600 kg đang chạy với vận tốc 50 km/h thì người lái thấy một vật cản trước mặt cách khoảng 15 m. người đó tắt

máy và hãm phanh khẩn cấp. Giả sử lực hãm ô tô là không đổi và bằng $1,2.10^4$ N. Hỏi xe có kịp dừng tránh khỏi đâm vào vật cản hay không?

Giải

Theo định lí động năng công của lực hãm ô tô là: $A_h = W_{đ2} - W_{đ1} = -F_h.s$

Với: $W_{đ2} = \dfrac{mv_2^2}{2} = 0 \Rightarrow A_h = -\dfrac{mv_1^2}{2} = -F_h.s$

Quãng đường xe đi được từ lúc hãm phanh đến lúc xe dừng lại:

$$s = \frac{mv_1^2}{2.F_h} = \frac{1600.\left(\frac{50}{3,6}\right)^2}{2.1,2.10^4} \approx 12,86 \text{ m} < 15 \text{ m}$$

$\Rightarrow$ xe kịp dừng không đâm vào vật cản.

C. BÀI TẬP LUYỆN TẬP

Bài 34.7: Một vật có khối lượng m trượt không vận tốc đầu từ đỉnh một mặt phẳng nghiêng xuống mặt phẳng nằm ngang như hình 38.1. Vật chuyển động trên mặt phẳng nằm ngang được 8m thì dừng lại. Hệ số ma sát trên BC là $\mu = 0,1$.

a. Tính vận tốc tại B.

b. Tính công lực ma sát trên AB biết công trọng lực có giá trị là 10 J.

Tóm tắt

$S = 8$ m; $\mu = 0,1$; $v_B = ?$; $A_P = 10$ J; $A_{ms} = ?$

Giải

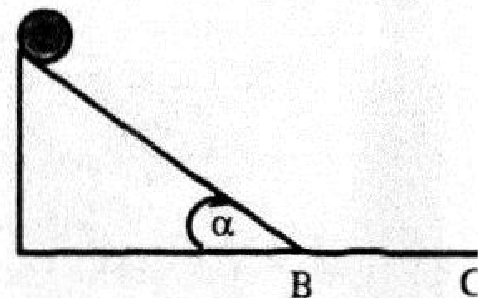
a. Vận tốc tại B là:

Áp dụng định lí động năng trên đoạn BC:

$\frac{1}{2}mv_C^2 - \frac{1}{2}mv_B^2 = A_{ms} = -\mu mgS$

$\Leftrightarrow \frac{1}{2}mv_B^2 = \mu mgS \Rightarrow v_B^2 = 2\mu gS$

$v_B = \sqrt{2\mu gS} = \sqrt{2.0,1.10.8} = 4\,(m/s)$



Hình 34.3

b. Công lực ma sát trên AB :

Áp dụng định lí động năng trên đoạn AB ta có :

$$\frac{1}{2}mv_B^2 - \frac{1}{2}mv_A^2 = A_{ms} + A_p \Leftrightarrow \frac{1}{2}mv_B^2 = A_{ms} + 10$$

$$A_{ms} = \frac{1}{2}.0,5.16 - 10 = -6\,(J)$$

Đáp số : a. $v_B = 4$ m/s; b. $A_{ms} = -6$ J

Bài 35 - THẾ NĂNG – THẾ NĂNG TRỌNG TRƯỜNG

A. HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI SGK

Câu 35.1: Hãy nêu các đặc điểm của thế năng. Giữa động năng và thế năng có gì khác nhau?

Trả lời

- Thế năng phụ thuộc vị trí tương đối của vật so với mặt đất, hoặc phụ thuộc độ biến dạng của vật so với trạng thái chưa biến dạng.

- Sự khác nhau giữa động năng và thế năng: động năng không liên quan đến tính chất của lực tác dụng mà chỉ phụ thuộc khối lượng và vận tốc của vật.

Câu 35.2: Định nghĩa lực thế. Thế năng liên quan đến lực thế như thế nào?

Trả lời

- Lực thế là lực mà công của nó không phụ thuộc hình dạng đường đi của vật mà chỉ phụ thuộc các vị trí đầu và cuối.
- Thế năng là năng lượng của một hệ có được do tương tác giữa các phần của hệ (ví dụ Trái Đất và vật) thông qua lực thế.

Câu 35.3: Viết biểu thức của thế năng trọng trường. Nếu thế năng được xác định sai kém một hằng số cộng tùy ý thì độ giảm thế năng có bằng công của trọng lực không?

Trả lời

- Biểu thức : $W_t = mgz$
- Nếu thế năng được xác định sai kém một hằng số cộng tùy ý thì độ giảm thế năng vẫn bằng công của trọng lực.

Câu 35.4: Giải thích ý nghĩa hệ thức: $A_{12} = W_{t_1} - W_{t_2}$

Trả lời

Khi vật dịch chuyển từ vị trí 1 đến vị trí 2 bất kì thì ta luôn luôn có công của trọng lực bằng hiệu thế năng của vị trí đầu và so với thế năng của vị trí cuối, tức là bằng độ giảm thế năng.

B. HƯỚNG DẪN GIẢI BÀI TẬP

Bài 35.1: Chọn câu *sai*

A. Thế năng của một vật tại một vị trí trong trọng trường thì phụ thuộc cả vào vận tốc của nó tại vị trí đó.

B. Công dương do trọng lực thực hiện bằng độ giảm thế năng của vật trong trọng trường.

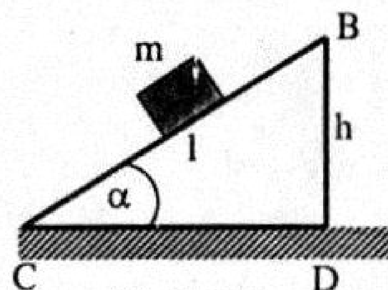
C. Thế năng được xác định sai kém một hằng số cộng, nhưng hằng số này không làm thay đổi độ giảm thế năng khi trọng lực thực hiện công.

D. Thế năng của một vật trong trọng trường thực chất cũng là thế năng của hệ kín gồm vật và Trái Đất.

Trả lời

Đáp án: A

Bài 35.2: Dưới tác dụng của trọng lực, một vật có khối lượng m trượt không ma sát từ trạng thái nghỉ trên một mặt phẳng nghiêng có chiều dài BC = l và độ cao BD = h (H.35.1). Hãy tính công do trọng lực thực hiện khi vật di chuyển từ B đến C và chứng tỏ công này chỉ phụ thuộc sự chênh lệch độ cao giữa hai điểm B và C.



Hình 35.1

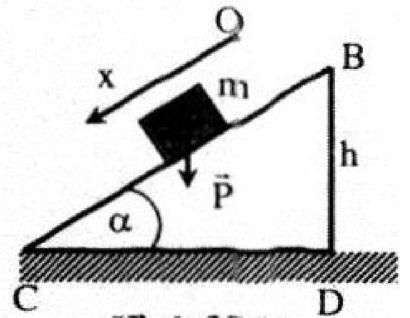
Trả lời

Chọn gốc thế năng tại D. Từ hình 35.1a, độ giảm thế năng khi vật trượt từ B đến C bằng công của trọng lực:

$$A_P = W_{t_B} - W_{t_C}$$

$$A_P = Wt_B - Wt_C = mgh - 0 = mgh \quad (1)$$

Mặt khác, công của trọng lực thực hiện trên đoạn BC: $A_P = \vec{P}.\vec{s}$



Hình 35.1a

Khi vật trượt không ma sát trên mặt phẳng nghiêng thì chỉ có thành phần P_T song song với độ dịch chuyển là sinh công do đó công của trọng lực gây ra trên đoạn BC là:

$$\Rightarrow A_P = P.\sin\alpha.l = p.h = mgh \quad (2)$$

Từ (1) và (2) ta thấy : $A_P = mgh$

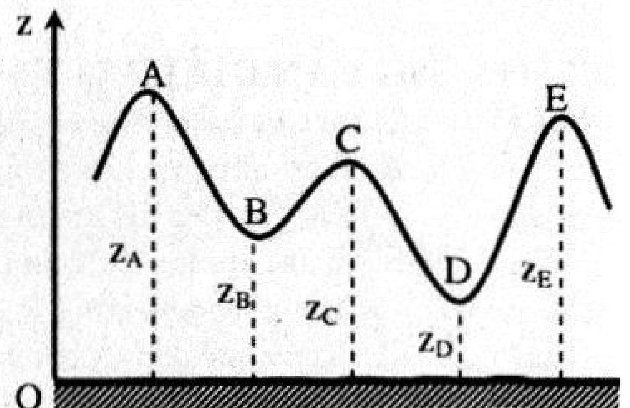
Như vậy công của trọng lực thực hiện chỉ phụ thuộc vào h tức là chỉ phụ thuộc vào sự chênh lệch độ cao giữa B và C.

Bài 35.3: Trong công viên giải trí, một xe có khối lượng m = 80 kg chạy trên đường ray có mặt cắt như trên hình 35.2. Độ cao của các điểm A, B, C, D, E được tính đối với mặt đất và có các giá trị:

$z_A = 20$ m, $z_B = 10$ m, $z_C = 15$ m, $z_D = 5$ m, $z_E = 18$ m. Tính độ biến thiên thế năng của xe trong trọng trường khi nó di chuyển:

a. Từ A đến B
b. Từ B đến C
c. Từ A đến D
d. Từ A đến E

Hãy cho biết công mà trọng lực thực hiện trong mỗi quá trình đó là dương hay âm.



Hình 35.2

Tóm tắt

m = 80 kg; $z_A = 20$ m; $z_B = 10$ m; $z_C = 15$ m

$z_D = 5$ m; $z_E = 18$ m; $g = 10$ m/s^2

Công trọng lực thực hiện trong mỗi quá trình dương hay âm?

Giải

Chọn gốc thế năng tại mặt đất.

a. Công mà trọng lực đã thực hiện được khi xe đi từ A đến B bằng độ biến thiên thế năng khi xe đi từ A đến B:

$$A_{AB} = W_{tA} - W_{tB} = mgz_A - mgz_B$$

$$A_{AB} = 20.m.g - 10.m.g = 10.m.g = 10.80.10 = 8\,000 \text{ J} = 8 \text{ kJ}$$

b. Công mà trọng lực đã thực hiện được khi xe đi từ B đến C bằng độ biến thiên thế năng khi xe đi từ B đến C:

$$A_{BC} = W_{tB} - W_{tC} = mgz_B - mgz_C$$

$$A_{BC} = 10mg - 15mg = -5.m.g = -5.80.10 = -4000 \text{ J} = -4 \text{ kJ}$$

c. Công mà trọng lực đã thực hiện được khi xe đi từ A đến D bằng độ biến thiên thế năng khi xe đi từ A đến D:

$$A_{AD} = W_{tA} - W_{tD} = mgz_A - mgz_D$$

$$A_{AD} = 20mg - 5mg = 15 .80 .10 = 12\,000 \text{ J} = 12 \text{ kJ}$$

d. Công mà trọng lực đã thực hiện được khi xe đi từ A đến E bằng độ biến thiên thế năng khi xe đi từ A đến E:

$$A_{AE} = W_{tA} - W_{tE} = mgz_A - mgz_E$$

$$A_{AE} = 20mg - 18mg = 2 .80 .10 = 1\,600 \text{ J} = 1{,}6 \text{ kJ}$$

Đáp số: ***$A_{AB} = 8$ kJ; $A_{BC} = -4$ kJ; $A_{AD} = 12$ kJ; $A_{AE} = 1{,}6$ kJ***

Bài 35.4: Một cần cẩu nâng một hòm côngtenơ có khối lượng 3 000 kg từ mặt đất lên độ cao 2 m (tính theo di chuyển của trọng tâm của hòm), sau đó đổi hướng và hạ hòm này xuống sàn một ô tô tải ở độ cao 1,2 m cách mặt đất.

a. Tìm thế năng của hòm trong trọng trường khi ở độ cao 2 m. Tính công của lực phát động (lực căng của dây cáp) để nâng hòm lên độ cao này.

b. Tìm độ biến thiên thế năng khi hạ hòm từ độ cao 2 m xuống sàn ô tô. Công của trọng lực có phụ thuộc cách di chuyển hòm giữa hai vị trí đó hay không? Tại sao?

Tóm tắt

$m = 3000$ kg; $h_1 = 2$ m; $h_2 = 1{,}2$ m; $W_t = ?$

Giải

a. Thế năng của hòm trong trọng trường khi ở độ cao 2 m:

$$W_{t1} = mgh_1 = 3000 .9{,}8 .2 = 58\,800 \text{ J}$$

Lực phát động tối thiểu để nâng hòm phải bằng với trọng lực, khi đó hòm được nâng đều ($a = 0$). Ta có: $T = P$

Công của lực phát động của dây cáp: $A_T = W_{t1} = mgh_1 = 58\,800$ J

b. Độ biến thiên thế năng khi hạ từ độ cao 2 m xuống sàn ô tô:

$$= Wt_2 - Wt_1 = mgh_2 - mgh_1 = 3000 . 9{,}8 .(1{,}2 - 2) = -23520 \text{ J}$$

$\Delta Wt < 0$: vậy thế năng của hòm giảm.

Khi hòm di chuyển từ độ cao $h = 2$ m xuống độ cao $h_2 = 1{,}2$ m, quãng đường hòm di chuyển được là $s = 2 - 1{,}2 = 0{,}8$ m.

Công trọng lực sinh ra trên quãng đường này là:

$$A_P = P.s = m.g.s = 3000 . 9{,}8 .0{,}8 = 23\,520 \text{ J}$$

Ta thấy $A_P = |\Delta Wt|$: vậy công của trọng lực không phụ thuộc vào cách di chuyển hòm giữa hai vị trí mà chỉ phụ thuộc vào độ cao vị trí đầu và vị trí cuối của vật.

Đáp số: a) $Wt = A_T = 58\,800$ J; b) $\Delta Wt = -23\,520$ J; $A_P = 23\,520$ J

Bài 35.5: Một buồng cáp treo chở người với khối lượng tổng công 800 kg đi từ vị trí xuất phát cách mặt đất 10 m tới một trạm dừng trên núi ở độ cao 550 m sau đó lại đi tiếp đến một trạm khác ở độ cao 1 300 m.

a. Tính thế năng trọng trường của vật tại ví trí xuất phát và tại các trạm dừng.

- Lấy mặt đất làm mức không.
- Lấy trạm dừng thứ nhất làm mức không.

b. Tính công do trọng lực thực hiện khi buồng cáp treo di chuyển:

- Từ vị trí xuất phát tới trạm dừng thứ nhất.
- Từ trạm dừng thứ nhất tới trạm dừng tiếp theo.

Công này có phụ thuộc vào việc chọn mức không như ở câu a) không?

Giải

a. Tính thế năng trọng trường của vật tại ví trí xuất phát và tại các trạm dừng.

- Lấy mặt đất làm mức không.
  - Mức xuất phát: $h_0 = 10$ m $W_o = mgh_0 = 800 . 10 . 10 = 8.10^4$ J
  - Trạm dừng thứ nhất: $h_1 = 550$ m
    $$\Rightarrow W_1 = mgh_1 = 800 . 10 . 550 = 4,4.10^6 \text{ J}$$
  - Trạm dừng thứ hai: $h_2 = 1300$ m
    $$\Rightarrow W_2 = mgh_2 = 800 . 10 . 1300 = 1,04.10^7 \text{ J}$$
- Lấy trạm dừng thứ nhất làm mức không.
  - Mức xuất phát: $h_0 = 10 - 550 = -540$ m
    $$W_o = mgh_0 = -800 . 10 . 540 = -4,32.10^6 \text{ J}$$
  - Trạm dừng thứ nhất: $h_1 = 0$
    $$W_1 = mgh_1 = 0$$
  - Trạm dừng thứ hai: $h_2 = 1300 - 550 = 750$ m
    $$W_2 = mgh_2 = 800 . 10 . 750 = 6.10^6 \text{ J}$$

b. Tính công do trọng lực thực hiện khi buồng cáp treo di chuyển:

- Từ vị trí xuất phát tới trạm dừng thứ nhất.
  $$A_1 = W_0 - W_1 = -4,32.10^6 \text{ J}$$
- Từ trạm dừng thứ nhất tới trạm dừng tiếp theo.
  $$A_2 = W_1 - W_2 = 0 - 6.10^6 = -6.10^6 \text{ J}$$

⇒ Các công này không phụ thuộc vào cách chọn gốc thế năng, chỉ phụ thuộc vào sự chênh lệch độ cao giữa hai địa điểm.

C. BÀI TẬP LUYỆN TẬP

Bài 35.6: Một thang máy có khối lượng m = 500 kg bị tuột dây cáp và rơi tự do. Tính công của trọng lực thực hiện lên thang máy trong 2 giây đầu tiên. Lấy $g = 10 ms^2$.

Tóm tắt

$m = 500$ kg; $v_0 = 0$; $t = 2$ s; $a = g = 10 ms^2$; $A_k = ?$

Giải

Quãng đường mà thang máy đi được trong 10 giây đầu tiên là:

$$s = \frac{gt^2}{2} = 5.2^2 = 20 \text{ (m)}$$

Công của trọng lực thực hiện lên thang máy trong 2 giây đầu tiên là:

$$A_P = P.s = m.g.s = 500.10.20 = 10^5 \text{ J} = 100 \text{ kJ}$$

Đáp số: A_P =100 kJ

Bài 36 - THẾ NĂNG ĐÀN HỒI

A. HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI

Câu 36.1: Nêu đặc điểm của lực đàn hồi và công thức xác định nó.

Trả lời

- Lực đàn hồi xuất hiện khi lò xo biến dạng, ngược chiều với độ biến dạng và có độ lớn tỉ lệ thuận với độ biến dạng.
- Biểu thức của lực đàn hồi: $F = -kx$

Câu 36.2: Tính công mà lực đàn hồi thực hiện trong biến dạng của lò xo. Công này liên hệ với độ biến thiên thế năng đàn hồi như thế nào?

Trả lời

Công nguyên tố mà lực đàn hồi thực hiện trên một đoạn biến dạng Δx có giá trị: $\Delta A = F\Delta x = -kx\Delta x$

Công toàn phần mà lực đàn hồi thực hiện khi lò xo biên dạng từ độ biến dạng x_1 đến độ biến dạng x_2 có giá trị:

$$A_{12} = \sum \Delta A = -\left(\frac{kx_2x_2}{2} - \frac{kx_1x_x}{2}\right) = \frac{kx_1^2}{2} - \frac{kx_2^2}{2}$$

Công thức tính thế năng đàn hồi có dạng: $Wt_{dh} = \frac{kx^2}{2}$

Do vậy công của lực đàn hồi được viết thành: $A_{12} = Wt_{dh1} - Wt_{dh2}$

Vậy công của lực đàn hồi bằng độ giảm thế năng đàn hồi.

Câu 36.3: Viết biểu thức của thế năng đàn hồi. Nêu các tính chất của thế năng này.

Trả lời

- Biểu thức: $Wt_{dh} = \frac{kx^2}{2}$
- Tính chất:
  - Công của lực đàn hồi bằng độ giảm thế năng đàn hồi.

$$A_{12} = Wt_{dh1} - Wt_{dh2}$$

  - Thế năng đàn hồi cũng được xác định sai kém một hằng số cộng tùy theo cách chọn gốc tọa độ ứng với vị trí cân bằng (như đã chứng minh với thế năng trọng trường).

B. HƯỚNG DẪN GIẢI BÀI TẬP

Bài 36.1: Cho một lò xo nằm ngang ở trạng thái ban đầu không bị biến dạng. Khi tác dụng một lực F = 3 N vào lò xo cũng theo phương ngang, ta thấy nó dãn được 2 cm.

a. Tìm độ cứng của lò xo.

b. Xác định giá trị thế năng đàn hồi của lò xo khi nó dãn được 2 cm.

c. Tính công do lực đàn hồi thực hiện khi lò xo được kéo dãn thêm từ 2cm đến 3,5 cm. Công này dương hay âm? Giải thích ý nghĩa. Bỏ qua mọi lực cản.

Tóm tắt

$F = 3$ N, $\Delta x = 2$ cm $= 0{,}02$ m, $k = ?$ $W = ?$ $A_{dh} = ?$

Giải

a. Độ cứng của lò xo: $F = k\,.\,\Delta x \Rightarrow k = \dfrac{F}{\Delta x} = \dfrac{3}{0{,}02} = 150\ (N/m)$

b. Thế năng đàn hồi của lò xo khi bị dãn 2 cm:

$$Wt = \frac{1}{2}kx^2 = 0{,}5.150.0{,}02^2 = 0{,}03\ (J)$$

c. Công của lực đàn hồi khi lò xo được kéo dãn thêm từ 2 cm đến 3,5 cm:

Công của lực đàn hồi bằng độ giảm thế năng đàn hồi:

$$A_{12} = Wt_{dh1} - Wt_{dh2} \Leftrightarrow A_{12} = \frac{1}{2}k\left(x_1^2 - x_2^2\right) = 0{,}5.150.\left(0{,}02^2 - 0{,}035^2\right)$$

$$A_{12} = -\ 0{,}06\ J$$

Công này âm chứng tỏ công của lực đàn hồi là công cản.

Đáp số: a. k = 150 N/m; b. W_t = 0,03 J; A_{12} = - 0,06 J

Bài 36.2: Giữ một vật khối lượng 0,25 kg ở đầu một lò xo đặt thẳng đứng với trạng thái ban đầu chưa bị biến dạng. Ấn cho vật đi xuống làm lò xo bị nén một đoạn 10 cm. Tìm thế năng tổng cộng của hệ vật – lò xo tại vị trí này. Lò xo có độ cứng bằng 500 N/m và bỏ qua khối lượng của nó.

Tóm tắt

$m = 0{,}25$ kg, $\Delta x = 10$ cm $= 0{,}1$ m; $k = 500$ N/m; $Wt = ?$

Giải

Chọn gốc thế năng O của hệ ở vị trí lò xo không biến dạng như hình 36.1. Thế năng tổng công của hệ gồm thế năng trọng trường và thế năng đàn hồi.

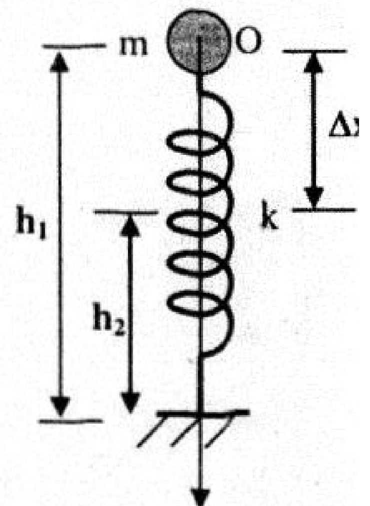
Khi đó ở vị trí lò xo bị nén 10 cm ta có:

Thế năng hấp dẫn của vật:

$Wt_{hd} = m.g.(h_2 - h_1) = 0{,}25.10.(-\ 0{,}1) = -\ 0{,}25\ J$

Thế năng đàn hồi của lò xo:

$$Wt_{dh} = \frac{1}{2}k\Delta x^2 = \frac{1}{2}.500.0{,}1^2 = 2{,}5\ J$$



Hình 36.1

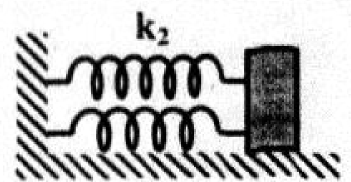
Thế năng tổng cộng của hệ vật và lò xo là:

$Wt = Wt_{hd} + Wt_{dh} = -\ 0{,}25 + 2{,}5 = 2{,}25\ J$

Đáp số: Wt = 2,25 J

C. BÀI TẬP LUYỆN TẬP

Bài 36.3: Một vật M được nối với hai lò xo có độ cứng $k_1 = 40$ N/m và $k_2 = 80$ N/m như trên hình 36.2. Ban đầu các lò xo đều ở trạng thái tự nhiên. Kéo vật ra khỏi vị trí cân bằng theo phương nằm ngang một đoạn 5 cm. Tính thế năng đàn hồi của hệ thống hai lò xo.



Hình 36.2

Tóm tắt

$k_1 = 40$ N/m; $k_2 = 80$ N/m ; $\Delta l = 5$ cm; W_t=?

Hướng dẫn giải

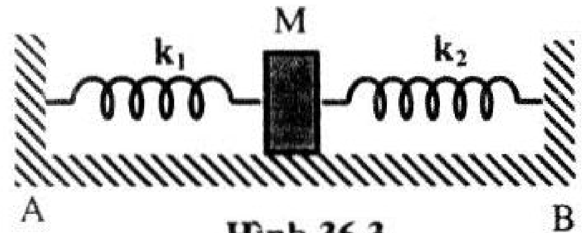
Ban đầu hai lò xo không bị biến dạng và có chiều dài bằng nhau, sau đó kéo vật ra khỏi vị trí cân bằng 0,05 m thì cả hai lò xo đều bị dãn một đoạn $\Delta l = 0,05$ m. thế năng đàn hồi của hệ thống hai lò xo là:

$$W = W_{t1} + W_{t2}$$

$$\Rightarrow W = \frac{1}{2}k_1(\Delta l)^2 + \frac{1}{2}k_2(\Delta l)^2 = \frac{1}{2}(40+80).0,05^2 = 0,15 \text{ J}$$

Đáp số: W = 0,15 J

Bài 36.4: Nối vật M với hai lò xo $k_1 = 50$ N/m và $k_2 = 100$ N/m như trên hình 36.3. Biết độ dài tự nhiên của hai lò xo bằng 24 cm, vật M có bề dày 2 cm và AB = 62 cm.



Hình 36.3

a. Tính độ dãn của mỗi lò xo khi M ở vị trí cân bằng.

b. Kéo M lệch khỏi vị trí cân bằng theo phương nằm ngang một đoạn x = 2 cm. Tính thế năng đàn hồi của hệ khi chọn mốc tính thế năng tại vị trí cân bằng O.

Tóm tắt

$k_1 = 50$ N/m; $k_2 = 100$ N/m

$l_o = 24$ cm = 0,3 m; d = 2 cm; AB = 74 cm; Δl_1 = ? Δl_2 = ?

Hướng dẫn giải

a. Tổng độ dãn của hai lò xo là:

$$\Delta l = 62 - (24.2 + 2) = 12 \text{ cm} = 0,12 \text{ m} \quad (1)$$

Ở vị trí cân bằng hai lò xo có độ lớn của lực đàn hồi bằng nhau do đó:

$$k_1\Delta l_1 = k_2\Delta l_2 \Rightarrow \frac{\Delta l_1}{\Delta l_2} = \frac{k_2}{k_1} = \frac{100}{50} = 2 \quad (2)$$

Từ (1) và (2) ta có hệ phương trình: $\begin{cases} \Delta l_1 + \Delta l_2 = 0,12 \\ \dfrac{\Delta l_1}{\Delta l_2} = 2 \end{cases}$

Độ dãn của mỗi lò xo ở vị trí cân bằng: $\Delta l_1 = 0,08$ m ; $\Delta l_2 = 0,04$ m

b. Chọn mốc tính thế năng tại vị trí cân bằng O, thế năng đàn hồi của hệ khi x = 2 cm: $W = W_{t1} + W_{t2} \Rightarrow W = \frac{1}{2}k_1x^2 + \frac{1}{2}k_2x^2$

Trong đó $x_1 = x_2 = 0,02$ m $\Rightarrow W = \frac{1}{2}.0,02^2(50+100) = 0,03$ J

Đáp số : $\Delta l_1 = 0,08$ m ; $\Delta l_2 = 0,04$ m ; W = 0,03 J

Bài 37 - ĐỊNH LUẬT BẢO TOÀN CƠ NĂNG

A. HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI

Câu 37.1: Thế nào là cơ năng của một vật? Cho ví dụ.

Trả lời

Cơ năng của một vật là tổng động năng và thế năng của vật đó.

Ví dụ: một xe ô tô đang chạy qua một chiếc cầu vượt có độ cao z so với mặt đất, vận tốc v thì cơ năng của xe là:

$$W = W_đ + W_t = \frac{mv^2}{2} + mgz$$

Câu 37.2: Thành lập định luật bảo toàn cơ năng trong trường hợp trọng lực.

Trả lời

Xét một vật khối lượng m rơi tự do, lần lượt qua hai vị trí A và B tương ứng với các độ cao z_1 và z_2. Tại đó vật có vận tốc tương ứng là v_1 và v_2 (hình 37.1).

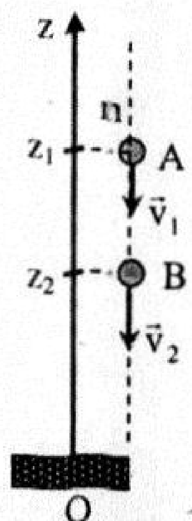
Áp dụng định lí động năng, ta có công do trọng lực thực hiện bằng độ tăng động năng của vật :

$$A_{12} = W_{đ2} - W_{đ1} = \frac{mv_2^2}{2} - \frac{mv_1^2}{2} \quad (1)$$

Mặt khác công này lại bằng độ giảm thế năng của vật trong trọng trường : $A_{12} = W_{t1} - W_{t2} = mgz_1 - mgz_2$ (2)

So sánh (1) và (2) ta được : $W_{đ1} + W_{t1} = W_{đ2} + W_{t2}$

Hay $\frac{mv_1^2}{2} + mgz_1 = \frac{mv_2^2}{2} + mgz_2$



Hình 37.1

Trong quá trình chuyển động, nếu vật chỉ chịu tác dụng của trọng lực, động năng có thể chuyển thành thế năng và ngược lại, nhưng tổng của chúng, tức là cơ năng của vật, được bảo toàn (không đổi theo thời gian).

Câu 37.3: Viết định luật bảo toàn cơ năng cho trường hợp một lực thế khác là lực đàn hồi của lò xo. Suy rộng cho trường lực thế bất kì.

Trả lời

❖ Trường hợp lực thế là lực đàn hồi của lò xo:

Áp dụng định lí động năng, ta có công do trọng lực thực hiện bằng độ tăng động năng của vật : $A_{12} = W_{đ2} - W_{đ1} = \frac{mv_2^2}{2} - \frac{mv_1^2}{2}$ (3)

Mặt khác công này lại bằng độ giảm thế năng đàn hồi của lò xo :

$$A_{12} = W_{t1} - W_{t2} = \frac{kx_1^2}{2} - \frac{kx_2^2}{2} \quad (4)$$

So sánh (3) và (4) ta được : $\frac{mv_2^2}{2} - \frac{mv_1^2}{2} = \frac{kx_1^2}{2} - \frac{kx_2^2}{2}$

Hay $\quad \frac{mv_1^2}{2} + \frac{kx_1^2}{2} = \frac{mv_2^2}{2} + \frac{kx_2^2}{2} \Leftrightarrow W_{đ1} + W_{t1} = W_{đ2} + W_{t2}$

Thế năng đàn hồi của lò xo được viết bằng biểu thức :

$$W_{t_{dh}} = \frac{kx^2}{2} \Rightarrow W = W_d + W_{t_{dh}} = \frac{mv^2}{2} + \frac{kx^2}{2} = \text{hằng số}$$

Trong quá trình chuyển động, khi động năng của vật tăng thì thế năng của vật giảm và ngược lại nhưng tổng động năng và thế năng tức là cơ năng của vật thì luôn bảo toàn.

❖ Suy rộng cho trường lực thế bất kì:

Áp dụng định lí động năng, ta có công do trọng lực thực hiện bằng độ tăng động năng của vật : $A_{12} = W_{d2} - W_{d1}$ (5)

Mặt khác công này lại bằng độ giảm thế năng của vật :

$$A_{12} = W_{t1} - W_{t2} \quad (6)$$

Từ (5) và (6) ta có : $W_{d2} - W_{d1} = W_{t1} - W_{t2}$

$\Leftrightarrow W_{d1} + W_{t1} = W_{d2} + W_{t2}$

Hay $W = W_d + W_t$ = hằng số.

Câu 37.4: Một quả bóng được ném với vận tốc ban đầu xác định. Đại lượng nào không đổi trong khi quả bóng bay?

A. Thế năng B. Động lượng

C. Động năng D. Gia tốc

Trả lời

Một quả bóng được ném với vận tốc ban đầu xác định, một cách tổng quát chuyển động của nó là chuyển động ném xiên với gia tốc không đổi a = g, với g là gia tốc trọng trường.

⇒ Đại lượng không đổi trong khi quả bóng bay là gia tốc.

Đáp án : D

B. HƯỚNG DẪN GIẢI BÀI TẬP

Bài 37.1: Một hòn bi có khối lượng 20 g được ném thẳng đứng lên cao với vận tốc 4 m/s từ độ cao 1,6 m so với mặt đất.

a. Tính trong hệ quy chiếu mặt đất các giá trị động năng, thế năng và cơ năng của hòn bi tại lúc ném vật.

b. Tìm độ cao cực đại mà bi đạt được.

Tóm tắt

m = 20 g = 0,02 kg; v_0 = 4 m/s; h = 1,6 m; W_d = ?; W_t = ?; W =?; S = ?

Giải

Chọn gốc thế năng tại mặt đất.

a. Động năng, thế năng và cơ năng của hòn bi tại lúc ném vật:

Động năng: $W_d = \frac{mv^2}{2} = \frac{0{,}02.4^2}{2} = 0{,}16$ J

Thế năng: $W_t = mgz = 0{,}02.10.1{,}6 = 0{,}32$ J

Cơ năng: $W = W_d + W_t = 0{,}16 + 0{,}32 = 0{,}48$ J

b. Độ cao cực đại mà bi đạt được:

Vật lên đến độ cao cực đại thì vận tốc của nó tại đó bằng không, hay động năng của vật ở độ cao cực đại bằng không.

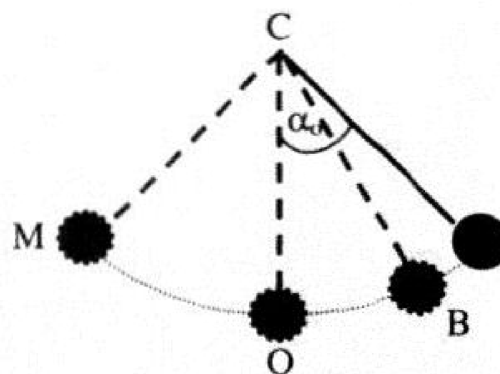
$$\Rightarrow W = W_{tmax} \Leftrightarrow 0{,}48 = mgz_{max} \Rightarrow z_{max} = \frac{0{,}48}{mg} = \frac{0{,}48}{0{,}02.10} = 2{,}4 \text{ m}$$

Đáp số: a. $W_d = 0{,}16J$; $W_t = 0{,}32$ J; W = 0,48 J; b. s = 2,4 m

Bài 37.2: Một con lắc đơn có chiều dài bằng l = 1 m. Kéo cho dây làm với đường thẳng đứng góc $\alpha = 45^o$ rồi thả tự do (hình 37.2). Tìm vận tốc của con lắc khi nó đi qua:

a. Vị trí ứng với góc 30^o

b. Vị trí cân bằng.



Hình 37.2

Tóm tắt

$l = 1$ m; $\alpha = 45^o$; v?

Giải

a. Vị trí ứng với góc 30^o

Chọn gốc thế năng tại vị trí cân bằng O.

Áp dụng định luật bảo toàn cơ năng ta có: $W_A = W_B$

$$\Leftrightarrow mgz_A + \frac{mv_A^2}{2} = mgz_B + \frac{mv_B^2}{2} \Leftrightarrow mgz_A = mgz_B + \frac{mv_B^2}{2}$$

$$z_A = l\,(1 - \cos 45^o)$$
$$z_B = l\,(1 - \cos 30^o)$$

$$\Leftrightarrow gl(1 - \cos 45^o) = gl(1 - \cos 30^o) + \frac{v_B^2}{2}$$

$$\Rightarrow v_B = \sqrt{2gl(\cos 30^o - \cos 45^o)} = \sqrt{2.10.1\left(\frac{\sqrt{3}}{2} - \frac{\sqrt{2}}{2}\right)} = 1{,}78\ (m/s)$$

Vậy vận tốc của vật khi qua vị trí $\alpha = 30^o$ là v = 1,78 m/s.

b. Vị trí cân bằng

Tại vị trí cân bằng O độ cao của vật bằng không do đó thế năng ở O bằng không.

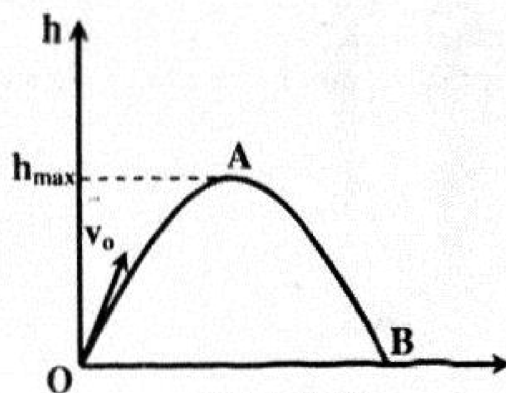
$$W_A = W_O \Leftrightarrow mgz_A = \frac{mv_O^2}{2} \Rightarrow v_O = \sqrt{2gz_A} = \sqrt{2.10.1.\left(1 - \frac{\sqrt{2}}{2}\right)} = 2{,}42\ (m/s)$$

***Đáp số:** $v_B = 1{,}78$ m/s; $v_O = 2{,}42$ m/s*

Bài 37.3: Một vật được ném từ mặt đất với vận tốc 10 m/s hướng chếch lên phía trên, với các góc ném hợp với phương nằm ngang lần lượt là 30^o và 60^o. Bỏ qua sức cản của không khí. (Hình 37.3)

a. Vận tốc chạm đất của vật trong mỗi lần ném thay đổi ra sao?

b. Độ cao cực đại mà vật đạt được trong mỗi trường hợp bằng bao nhiêu?



Hình 37.3

Tóm tắt

$v = 10$ m/s; $\alpha_1 = 30^o$; $\alpha_2 = 60^o$; v_d = ? h_{max} = ?

Giải

a. Vận tốc chạm đất của vật trong mỗi lần ném:

Xét góc ném hợp với phương nằm ngang một góc 30°:

Chọn gốc thế năng tại O, áp dụng định luật bảo toàn cơ năng trên phương Oy ta có: $W_O = W_B$

$$\Leftrightarrow \frac{1}{2}m(v_o \sin\alpha)^2 = \frac{1}{2}mv_{By}^2$$

$$\Rightarrow v_{By} = v_o \sin\alpha = 10.\sin 30^o = 10.\frac{1}{2} = 5\,(m/s)$$

Vận tốc tại B theo phương Ox bằng vận tốc tại O theo phương Ox

$$\Rightarrow v_x = v_o \cos\alpha = 10.\frac{\sqrt{3}}{2} = 5\sqrt{3}\,(m/s)$$

Vậy vận tốc tại B là: $v_B = \sqrt{v_{Bx}^2 + v_{By}^2} = \sqrt{(5\sqrt{3})^2 + 5^2} = 10\,(m/s)$

Xét góc ném hợp với phương nằm ngang một góc 60°:

Tương tự câu a ta tính được $v_B = 10$ m/s

Vậy với góc ném khác nhau nhưng vận tốc lúc chạm đất đều như nhau.

b. Độ cao cực đại mà vật đạt được trong mỗi trường hợp:

$$W_O = W_A \Leftrightarrow \frac{1}{2}m(v_o \sin\alpha)^2 = mgh_{max} \Rightarrow h_{max} = \frac{(v_o \sin\alpha)^2}{2g}$$

➢ $\alpha_1 = 30^o$

$$h_{max} = \frac{(10.0,5)^2}{2.10} = 1,25\,(m)$$

➢ $\alpha_1 = 60^o$

$$h_{max} = \frac{\left(10.\frac{\sqrt{3}}{2}\right)^2}{2.10} = 3,75\,(m)$$

Vậy khi ném với góc ném là 60° thì vật sẽ lên được độ cao lớn hơn.

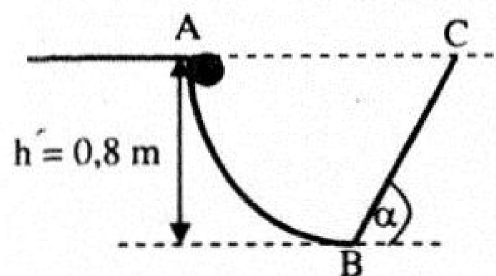
Đáp số: $v_O = v_B$; $h_{max1} = 1,25$ m; $h_{max2} = 3,75$ m

C. BÀI TẬP LUYỆN TẬP

Bài 37.4: Một vật nhỏ ở A trượt không vận tốc đầu xuống một mặt cong AB sau đó chuyển động lên mặt phẳng nghiêng BC (hình 41.4). Giả sử tất cả các mặt đều không có ma sát. h = 0,8 m.

a. Vật có lên tới điểm C hay không?

b. Tính vận tốc của vật tại B.



Hình 37.4

Nếu hệ số ma sát trên BC là μ = 0,1 tính độ cao cực đại mà vật có thể lên tới được trên BC. Cho α = 60°, g = 10 m/s².

Tóm tắt

h = 0,8 m; μ = 0,1; α = 60°; g= 10 m/s²

Giải

Chọn gốc thế năng tại B.

a. Vì trên AB và BC đều không có lực ma sát. Áp dụng định luật bảo toàn cơ năng tại điểm A và điểm M mà tại đó vật có vận tốc bằng không ta có: $W_A = W_M \Leftrightarrow mgz_A = mgz_M \Rightarrow z_A = z_M$

Suy ra vật sẽ lên tới điểm có cùng độ cao với A. Vậy vật sẽ lên tới điểm C sau đó rơi trở lại mặt phẳng nghiêng.

b. Vận tốc của vật tại B:

Áp dụng định luật bảo toàn cơ năng ta có:

$$W_A = W_B \Leftrightarrow mgz_A = \frac{mv_B^2}{2} \Rightarrow v_B = \sqrt{2gz_A} = \sqrt{2.10.0,8} = 4\,(m/s)$$

Vậy khi không có ma sát vận tốc của vật tại B là 4 m/s.

c. Độ cao cực đại mà vật có thể lên tới được trên BC khi $\mu = 0,1$

Trên BC vì có thêm lực ma sát do đó ta phải kể thêm công của lực ma sát công này bằng độ biến thiên cơ năng của vật.

Gọi D là điểm trên BC mà tại đó vận tốc của vật bằng không.

$$A_{ms} = \Delta W = W_B - W_D \Leftrightarrow W_D = W_B - A_{ms} = \frac{mv_B^2}{2} - F_{ms}.s \quad (*)$$

$$F_{ms} = \mu.N = \mu mg\cos\alpha \ (1)$$

$$s = \frac{h}{\sin\alpha} \ (2)$$

Thế (1) và (2) vào (*) ta có: $mgh_D = \frac{mv_B^2}{2} - \mu mg\cos\alpha.\frac{h_D}{\sin\alpha}$

$$h_D = \frac{v_B^2}{2g(1+\mu\cot g\alpha)} = \frac{16}{20(1+0,1.\frac{1}{\sqrt{3}})} = 0,756\,(m)$$

Vậy độ cao cực đại mà vật lên được trên BC là h = 0,756 m

Đáp số: a. Có; b. v_B = 4 m/s; h = 0,756 m

Bài 38 – VA CHẠM ĐÀN HỒI VÀ KHÔNG ĐÀN HỒI

A. HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI

Câu 38.1: Va chạm là gì? Tại sao hệ hai vật va chạm có thể coi là hệ kín?

Trả lời

Va chạm cơ học là một hiện tượng trong đó hai vật gặp nhau trong chuyển động tương đối và tương tác qua tiếp xúc trực tiếp.

Có thể coi hệ hai vật va chạm là hệ kín vì khi va chạm, tương tác giữa hai vật xảy ra trong một thời gian rất ngắn. Trong khoảng thời gian đó xuất hiện các nội lực rất lớn được gọi là xung lực làm thay đổi đột ngột động lượng của mỗi vật. Vì các nội lực của hệ rất lớn nên người ta có thể bỏ qua các ngoại lực thông thường (như trọng lực) và coi hệ hai vật là hệ kín trong thời gian va chạm.

Câu 38.2: Phân biệt va chạm đàn hồi và va chạm mềm.

Trả lời

Va chạm đàn hồi là động năng của hệ được bảo toàn còn va chạm mềm tổng động năng của hệ không được bảo toàn.

Câu 38.3: Tìm công thức xác định các vận tốc sau va chạm đàn hồi.

Hướng dẫn trả lời

Gọi $\vec{v}_1, \vec{v}_2, \vec{v}_1', \vec{v}_2'$ lần lượt là vận tốc của hai vật có khối lượng m_1, m_2 trước và sau khi va chạm

Áp dụng định luật bảo toàn động lượng:

$$m_1\vec{v}_1 + m_2\vec{v}_2 = m_1\vec{v}_1' + m_2\vec{v}_2' \Rightarrow m_1(\vec{v}_1 - \vec{v}_1') = m_2(\vec{v}_2' - \vec{v}_2) \quad (1)$$

Áp dụng định luật bảo toàn động năng:

$$\frac{1}{2}m_1\vec{v}_1^2 + \frac{1}{2}m_2\vec{v}_2^2 = \frac{1}{2}m_1\vec{v'}_1^2 + \frac{1}{2}m_2\vec{v'}_2^2 \Rightarrow m_1(\vec{v}_1^2 - \vec{v}_1'^2) = m_2(\vec{v}_2'^2 - \vec{v}_2^2) \quad (2)$$

Lấy (2) chia cho (1) vế với vế ta được:

$$\vec{v}_1 + \vec{v}_1' = \vec{v}_2' + \vec{v}_2 \Rightarrow \vec{v}_2' = \vec{v}_1 + \vec{v}_1' - \vec{v}_2 \quad (3)$$

Thế (3) vào (1) ta được: $m_1(\vec{v}_1 - \vec{v}_1') = m_2(\vec{v}_1 + \vec{v}_1' - 2\vec{v}_2)$

$$\vec{v}_1' = \frac{(m_1 - m_2)\vec{v}_1 + 2m_2\vec{v}_2}{m_1 + m_2}$$

Tương tự: $$\vec{v}_2' = \frac{(m_2 - m_1)\vec{v}_2 + 2m_1\vec{v}_1}{m_1 + m_2}$$

B. HƯỚNG DẪN GIẢI BÀI TẬP

Bài 38.1: Đảo ngược bài tập vận dụng trên bằng cách bắn trực diện hòn bi thép vào hòn bi ve đang đứng yên. Khối lượng hòn bi thép vẫn bằng 3 lần khối lượng hòn bi ve. Tìm vận tốc của hai hòn bi sau va chạm.

Tóm tắt

$v_t = v_1$; $v_v = 0$; $m_t = 3m_v$; $v_1' = ?$; $v'_2 = ?$

Giải

Chọn chiều dương là chiều của v_1, áp dụng công thức ta được:

Vận tốc của bi thép sau va chạm: $v_1' = \dfrac{(3m - m)v_1}{m + 3m} = \dfrac{v_1}{2}$

Vận tốc của bi ve sau va chạm: $v_2' = \dfrac{2.3m.v_1}{m + 3m} = \dfrac{3v_1}{2}$

Sau va chạm hai hòn bi tiếp tục chuyển động theo chiều dương.

Đáp số: $v_1' = \dfrac{v_1}{2}$; $v_2' = \dfrac{3v_1}{2}$

Bài 38.2: Trên mặt phẳng ngang, một hòn bi 15 g chuyển động sang phải với vận tốc 22,5 cm/s va chạm trực diện đàn hồi với một hòn bi 30 g đang chuyển động sang trái với vận tốc 18 cm/s. Sau va chạm, hòn bi nhỏ hơn chuyển động sang trái (đổi hướng) với vận tốc 31,5 cm/s. Tìm vận tốc của hòn bi lớn sau va chạm. Bỏ qua ma sát. Kiểm tra lại và xác nhận tổng động năng được bảo toàn.

Tóm tắt

$m = 15g = 0{,}015$ kg, $v_1 = 22{,}5$ cm/s $= 0{,}225$ m/s; $m_2 = 30$ g $= 0{,}03$ kg

$v_2 = 18$ cm/s $= 0{,}18$ m/s; $v_1' = 31{,}5$ cm/s $= 0{,}315$ m/s

Giải

Chọn chiều dương là chiều chuyển động của hòn bi nhỏ (chiều sang phải).

Vận tốc của hòn bi lớn là:

Áp dụng định luật bảo toàn động lượng: $m_1\vec{v}_1 + m_2\vec{v}_2 = m_1\vec{v}_1' + m_2\vec{v}_2'$

Với chiều dương đã chọn ta có: $m_1v_1 - m_2v_2 = - m_1v_1' + m_2v_2'$

$$\Rightarrow v_2' = \frac{m_1v_1 - m_2v_2 + m_1v_1'}{m_2}$$

$$\Rightarrow v_2' = \frac{0{,}015.0{,}225 - 0{,}03.0{,}18 + 0{,}015.0{,}315}{0{,}03} = 0{,}09\,(m/s)$$

Sau va chạm hòn bi thứ hai chuyển động sang phải với vận tốc 0,09 m/s.

Tổng động năng lúc đầu của hệ:

$$\frac{1}{2}m_1v_1^2 + \frac{1}{2}m_2v_2^2 = \frac{1}{2}0{,}015.0{,}225^2 + \frac{1}{2}0{,}03.0{,}18^2 = 8{,}65.10^{-4}\,(J)$$

Tổng động năng lúc sau:

$$\frac{1}{2}m_1v_1^{2\prime} + \frac{1}{2}m_2v_2^{2\prime} = \frac{1}{2}0{,}015.0{,}315^2 + \frac{1}{2}0{,}03.0{,}09^2 = 8{,}65.10^{-4}\,(J)$$

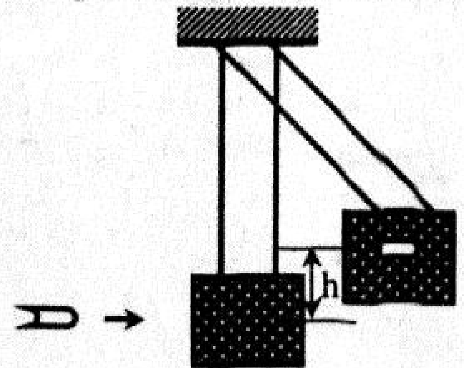
Vậy động năng được bảo toàn.

***Đáp số:** $v_2' = 0{,}09$ m/s; chuyển động sang phải; $W_đ = W_đ' = 8{,}65.10^{-4}$ J*

Bài 38.3: Bắn một viên đạn khối lượng m = 10 g với vận tốc v cần xác định vào một túi cát được treo nằm yên có khối lượng M = 1 kg. Va chạm là mềm, đạn mắc lại trong túi cát và chuyển động cùng với túi cát.

a. Sau va chạm, túi cát được nâng lên độ cao h = 0,8 m so với vị trí cân bằng ban đầu (Hình 38.1). Hãy tìm vận tốc của đạn (túi cát được gọi là con lắc thử đạn vì nó cho phép xác định vận tốc của đạn)

b. Bao nhiêu phần trăm động năng ban đầu đã chuyển thành nhiệt lượng và các dạng năng lượng khác?



Hình 38.1

Tóm tắt

$m = 10$ g $= 0{,}01$ kg; $v_2 = 0$; $M = 1$kg; $h = 0{,}8$ m; $v_2' = ?$

Giải

a. Chọn gốc thế năng tại vị trí cân bằng ban đầu của túi cát.

Thế năng của hệ ở độ cao h chính bằng động năng của hệ lúc viên đạn cắm vào túi cát: $W_t = W_đ \Leftrightarrow (M+m)gh = \frac{(M+m)V^2}{2}$

Vận tốc của túi cát và đạn lúc vừa va chạm là:

$$\Rightarrow V = \sqrt{2gh} = \sqrt{2.10.0{,}8} = 4\,(m/s)$$

Xét trên phương nằm ngang thì động lượng của hệ "đạn + túi cát" được bảo toàn.

Ta có: mv = (M+m)V

Vận tốc của viên đạn lúc đầu là:

$$\Rightarrow v = \frac{(M+m)V}{m} = \frac{(1+0.01)4}{0,01} = 404\ (m/s)$$

b. Động năng của viên đạn lúc đầu (trước khi va chạm):

$$W_{d1} = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{0,01.404^2}{2} = 816,08\ J$$

Động năng của hệ sau khi va chạm:

$$W_{d2} = \frac{1}{2}(M+m)V^2 = \frac{(1+0,01).4^2}{2} = 8,08\ J$$

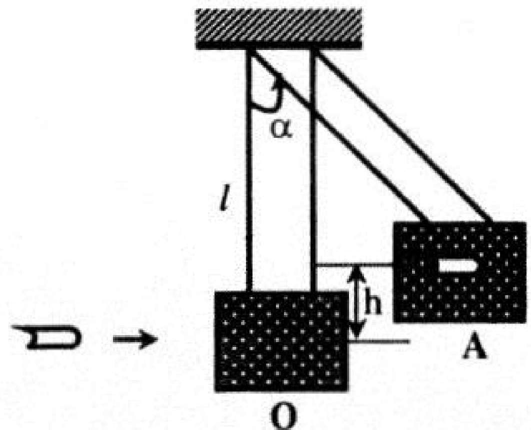
Độ giảm động năng: $\Delta W_d = W_{d1} - W_{d2} = 816,08 - 8,08 = 808\ (J)$

Phần trăm động năng chuyển thành nhiệt năng và các dạng năng lượng khác: $H = \frac{808}{816,08}.100\% = 99\%$

Đáp số: a. v = 404 m/s; b. H = 99%

C. BÀI TẬP LUYỆN TẬP

Bài 38.4: Một viên đạn nhỏ có khối lượng 20 g bay theo phương ngang với vận tốc 300 m/s đến cắm vào một bao cát có khối lượng 2 kg treo ở đầu một sợi dây dài 1 m. Tính góc α lớn nhất mà dây treo lệch so với phương thẳng đứng sau khi viên đạn cắm vào vật (hình 38.2). Lấy g = 10 m/s².



Hình 38.2

Tóm tắt

m = 20 g = 0,02 kg; v = 300 m/s;

M = 2 kg; l = 1m; g = 10 m/s²; α = ?

Giải

Gọi vận tốc của đạn và túi cát sau va chạm là V

Xét trên phương nằm ngang thì động lượng của hệ "đạn và túi cát" được bảo toàn. Ta có: mv = (m + M)V

$$\Rightarrow V = \frac{m}{m+M}v = \frac{0,02}{0,02+2}300 = 2,97m/s$$

Túi cát lên được vị trí cao nhất thì vận tốc của nó bằng không.

Áp dụng định luật bảo toàn cơ năng ta có:

$$W_O = W_A \Rightarrow \frac{(m+M)V^2}{2} = (m+M)gh$$

$$\Leftrightarrow \frac{(m+M)V^2}{2} = (m+M)g.l(1-\cos\alpha)$$

$$\Rightarrow \cos\alpha = 1 - \frac{V^2}{2gl} = 1 - 0,44 = 0,56 \Rightarrow \alpha \approx 56^o.$$

Đáp số : α ≈ 56°

Bài 39 - BÀI TẬP VỀ CÁC ĐỊNH LUẬT BẢO TOÀN

Bài 39.1: Quả cầu khối lượng m_1 = 3 kg chuyển động với vận tốc 4 m/s đến va chạm xuyên tâm với quả cầu thứ hai m_2 = 2 kg đang chuyển động ngược chiều với vận tốc 2 m/s. Tìm vận tốc các quả cầu sau va chạm, nếu va chạm là:

a. Hoàn toàn đàn hồi.

b. Va chạm mềm. Tính nhiệt lượng tỏa ra trong va chạm, cho rằng toàn bộ độ tăng nội năng của hệ đều biến thành nhiệt năng.

Tóm tắt

$m_1 = 3$ kg; $v_1 = 4$ m/s; $m_2 = 2$ kg; $v_2 = -2$ m/s; $v'_1 = ?$; $v'_2 = ?$

Giải

a. Va chạm đàn hồi xuyên tâm:

Chọn chiều dương là chiều chuyển động ban đầu của quả cầu thứ nhất.

Vận tốc của quả cầu thứ nhất sau va chạm:

$$v'_1 = \frac{(m_1 - m_2)v_1 + 2m_2v_2}{m_1 + m_2}$$

$$v'_1 = \frac{(3-2).4 - 2.2.2}{3+2} = -0{,}8\,(m/s)$$

Vận tốc của quả cầu thứ hai sau va chạm:

$$v'_2 = \frac{(m_2 - m_1)v_2 + 2m_1v_1}{m_1 + m_2}$$

$$v'_2 = \frac{(2-3)(-2) + 2.3.4}{3+2} = 5{,}2\,(m/s)$$

Vậy quả cầu thứ nhất sẽ bị dội ngược lại với vận tốc là v_1 = - 0,8 m/s.

Quả cầu thứ hai cũng bị dội ngược lại với vận tốc v_2 = 5,2 m/s.

b. Va chạm mềm:

Áp dụng định luật bảo toàn động lượng ta có: $m_1\vec{v}_1 + m_2\vec{v}_2 = (m_1 + m_2)\vec{v}'$

Với chiều dương là chiều của $\vec{v}_1$: $m_1v_1 + m_2v_2 = (m_1 + m_2)\,v'$

$$\Rightarrow v' = \frac{m_1v_1 + m_2v_2}{(m_1 + m_2)} = \frac{3.4 + 2.(-2)}{3+2} = 1{,}6\,(m/s)$$

Sau va chạm hai quả cầu sẽ tiếp tục chuyển động cùng hướng vận tốc ban đầu của quả cầu thứ nhất với vận tốc 1,6 m/s.

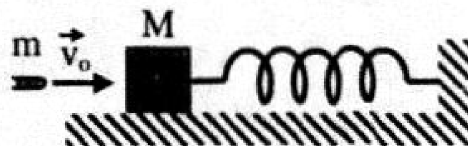
Nhiệt lượng tỏa ra trong va chạm:

$$Q = W_đ - W_đ' = \frac{1}{2}m_1v_1^2 + \frac{1}{2}m_2v_2^2 - \frac{1}{2}(m_1 + m_2)v'^2$$

$$\Rightarrow Q = \frac{1}{2}\left(3.4^2 + 2.(-2)^2 - (3+2).1{,}6^2\right) = 43{,}2\text{ J}$$

Đáp số: a. v_1' = - 0,8 m/s; v_2' = 5,2 m/s; b. v' = 1,6 m/s; Q = 43,2 J

Bài 39.2: Một khối gỗ có khối lượng M = 5 kg nằm trên một mặt phẳng nhẵn và được nối với một lò xo có độ cứng k = 98 N/m như hình 39.1. Ban đầu lò xo ở vị trí cân bằng. Một



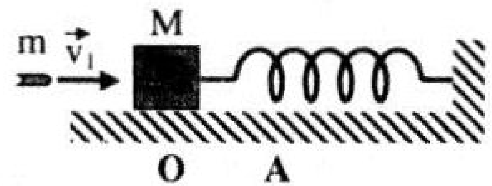
Hình 39.1

viên đạn có khối lượng m = 20 g bay theo phương ngang với vận tốc v_1 đến xuyên vào trong khối gỗ. Tìm v_1. Biết sau va chạm lò xo bị nén một đoạn $\Delta l = 4$ cm. Lò xo có độ cứng k = 98 N/m.

Tóm tắt

M = 5 kg ; m = 20 g= 0,02 kg ; Δl = 4 cm = 0,04 m; k = 98 N/m; v_1 = ?

Giải



Hình 39.1a

Khi viên đạn bay đến cắm vào khối gỗ thì hai vật sẽ chuyển động cùng vận tốc và tạo nên một lực tác dụng vào lò xo làm lò xo bị nén một đoạn 4 cm. Gọi v_0 là vận tốc ban đầu của hệ ngay sau viên đạn chui vào gỗ.

Áp dụng định luật bảo toàn cơ năng tại O và A (hình 39.1a) ta có :

$$W_O = W_A \Leftrightarrow \frac{(m+M)v_O^2}{2} = \frac{1}{2}k(\Delta l)^2$$

$$\Leftrightarrow v_O^2 = \frac{k(\Delta l)^2}{(m+M)} \Rightarrow v_O = \sqrt{\frac{k(\Delta l)^2}{(m+M)}} = 0{,}176\,(m/s)$$

Áp dụng định luật bảo toàn động lượng cho hệ kín gồm viên đạn và khối gỗ ta có : $m\vec{v}_1 = (m+M)\vec{v}_O$ (1)

Chiếu (1) lên trục tọa độ song song và cùng chiều với vận tốc ban đầu của viên đạn: $mv_1 = (m + M)\, v_O$

$$\Rightarrow v_1 = \frac{(m+M)v_O}{m} = \frac{(0{,}02+5)0{,}176}{0{,}02} = 44{,}2\,(m/s)$$

Vậy ban đầu viên đạn chuyển động với vận tốc 44,2 m/s

Đáp số: v_1 = 44,2 m/s

Bài 39.3: Quả bóng khối lượng m = 200 g chuyển động với vận tốc v = 20 m/s đến đập vuông góc vào tường rồi bật trở lại với cùng vận tốc v, hướng vận tốc của bóng trước và sau va chạm tuân theo qui luật phản xạ gương như hình 39.2. Tính độ lớn động lượng của bóng trước, sau va chạm và độ biến thiên động lượng của bóng. Suy ra lực trung bình do tường tác dụng lên bóng nếu thời gian va chạm giữa bóng và tường là Δt = 0,25 s

Tóm tắt

m = 200 g = 0,2 kg; v = 20 m/s; Δt = 0,25 s

Giải

Độ lớn động lượng của bóng trước và sau va chạm:

$p = p' = mv = mv' = 0{,}2 \,.\, 20 = 4$ kgm/s

Độ biến thiên động lượng của bóng:

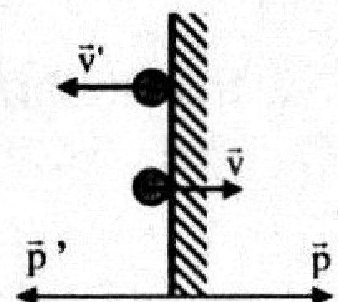
$$\Delta\vec{p} = \vec{p}' - \vec{p} = m\vec{v}' - m\vec{v}$$

Chọn chiều dương là chiều chuyển động của bóng sau va chạm.

Ta thấy $\vec{p}$ và $\vec{p}'$ ngược chiều:

$\Delta p = p' + p = mv' + mv = 2mv = 2 \,.\, 0{,}2 \,.\, 20 = 8$ kgm/s

Lực do tường tác dụng lên bóng:



Hình 39.2

$$F.\Delta t = \Delta p \Rightarrow F = \frac{\Delta p}{\Delta t} = \frac{8}{0,25} = 32\text{ N}$$

Đáp số: $p = p' = 4$ kgm/s; $\Delta p = 8$ kgm/s; $F = 32$ N

Bài 39.4: Một xe goòng khối lượng $M = 400$ kg chở một người khối lượng $m = 60$ kg chuyển động trên một đường ray trên mặt phẳng nằm ngang với vận tốc 2 m/s. Tìm vận tốc của xe goòng sau khi người này:

a. Nhảy ra sau xe với vận tốc 4 m/s đối với đất.

b. Nhảy ra sau xe với vận tốc 4 m/s đối với xe.

c. Nhảy ra trước với vận tốc 4 m/s đối với đất.

Tóm tắt

$M = 400$ kg; $m = 60$ kg; $v_1 = 2$ m/s; $v_2 = 4$ m/s; $v_3 = ?$

Giải

Chọn hệ qui chiếu gắn với mặt đất.

Chọn trục tọa độ song song với đường ray, chiều dương là chiều chuyển động ban đầu của toa goòng.

Xem hệ người và xe goòng là hệ kín, áp dụng định luật bảo toàn động lượng ta có: $(m + M)\vec{v}_1 = m\vec{v}_2 + M\vec{v}_3$ (1)

a. Vận tốc của xe khi người ngồi trên xe nhảy ra sau với vận tốc $v_2 = -4$ m/s so với đất:

Chiếu (1) lên trục tọa độ ta có: $(m + M)v_1 = m_1v_2 + Mv_3$

$$\Rightarrow v_3 = \frac{(m+M)v_1 - m.v_2}{M} = \frac{(60+400).2 - 60.(-4)}{400} = 2,75\text{ m/s}$$

b. Vận tốc của xe khi người ngồi trên xe nhảy ra sau với vận tốc $v_2 = -4$ m/s so với xe:

Vận tốc của người ngồi trên xe nhảy ra so với đất là:

$$v_2' = v_1 + v_2 = 2 - 4 = -2\text{ m/s}$$

$$\Rightarrow v_3 = \frac{(m+M)v_1 + m_1v'_2}{M} = \frac{(60+400).2 + 60.(-2)}{400} = 2\text{ m/s}$$

c. Nhảy ra trước với vận tốc $v_2 = 4$ m/s đối với đất

Ta có: $(m + M)v_1 = m_1v_2 + Mv_3$

$$\Rightarrow v_3 = \frac{(m+M)v_1 - m_1v_2}{M} = \frac{(60+400).2 - 60.4}{400} = 1,7\text{ m/s}$$

Đáp số: a. $v_3 = 2,75$ m/s; b. $v_3 = 2$ m/s; c. $v_3 = 1,7$ m/s

Bài 40 - CÁC ĐỊNH LUẬT KÊ – PLE CHUYỂN ĐỘNG CỦA VỆ TINH

A. HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI

Câu 40.1: Phát biểu ba định luật Kê-ple.

Hướng dẫn trả lời

- Định luật 1: mọi hành tinh đều chuyển động theo các quĩ đạo elip mà Mặt Trời là một tiêu điểm.
- Định luật 2: đoạn thẳng nối Mặt Trời và một hành tinh bất kì quét những diện tích bằng nhau trong những khoảng thời gian như nhau.

- Định luật 3: tỉ số giữa lập phương bán trục lớn và bình phương chu kì quay là giống nhau cho mọi hành tinh quay quanh Mặt Trời.

$$\frac{a_1^3}{T_1^2} = \frac{a_1^3}{T_2^2} = ... = \frac{a_1^3}{T_1^2} = ... (1)$$

Hay đối với hai hành tinh bất kì: $\left(\frac{a_1}{a_2}\right)^3 = \left(\frac{T_1}{T_2}\right)^2$ (2)

Câu 40.2: Từ định luật III Ke-ple, có thể suy ra cách tính khối lượng của Mặt Trời hoặc khối lượng của một hành tinh có vệ tinh như thế nào?

Trả lời

Xét hai hành tinh 1 và 2 của Mặt Trời. Coi quĩ đạo của mỗi hành tinh gần đúng là tròn thì gia tốc hướng tâm là: $a = \frac{v^2}{R} = \frac{4\pi^2}{T^2}R$

Lực hấp dẫn tác dụng lên hành tinh gây ra gia tốc này. Theo định luật II Niu-tơn, áp dụng đối với hành tinh 1 ta có: $F_1 = M_1a_1$

Hay: $$G\frac{M_1M_T}{R_1^2} = M_1\frac{4\pi^2R_1}{T_1^2} \quad (2)$$

Với M_T là khối lượng Mặt Trời, Suy ra: $\frac{R_1^3}{T_1^2} = \frac{GM_T}{4\pi^2}$ (2)

$$\Rightarrow M_T = 4\pi^2\frac{R_1^3}{GT_1^2}$$

Quĩ đạo của các hành tinh trong hệ Mặt Trời đều là những elip rất gần với đường tròn, chỉ trừ Thủy Tinh và Diêm Vương Tinh. Do đó bán trục lớn a của quĩ đạo elip được coi là gần trùng với bán kính R của quĩ đao tròn.

Câu 40.3: Thế nào là vận tốc vũ trụ cấp I, II, III.

Hướng dẫn trả lời

- Vận tốc vũ trụ cấp I: là vận tốc cần thiết để đưa một vệ tinh lên quĩ đạo quanh Trái Đất mà không rơi trở về Trái Đất. Thường được kí hiệu là $v_I = 7,9$ km/s
- Vận tốc vũ trụ cấp II: $v_{II} = 11,2$ km/s là vận tốc phóng của vệ tinh để vệ tinh rời xa Trái Đất với một quĩ đạo parabol và trở thành hành tinh nhân tạo của Mặt Trời.
- Vận tốc vũ trụ cấp III: $v_{III} = 16,7$ km/s là vận tốc mà khi đó vệ tinh có thể thoát ra khỏi hệ Mặt Trời theo một quĩ đạo hình hyperbol.

B. HƯỚNG DẪN GIẢI BÀI TẬP

Bài 40.1: Trong hệ quy chiếu nhật tâm, tâm của Trái Đất khi quay quanh Mặt Trời vẽ một quĩ đạo gần tròn có bán kính trung bình bằng 150 triệu km.

a. Tìm chu kì của chuyển động Trái Đất.

b. Trong một chu kì, tâm Trái Đất đi được quãng đường bằng bao nhiêu?

c. Tìm vận tốc trung bình của tâm Trái Đất.

Giải

Gọi khối lượng của Mặt Trời là M_T.

Bán kính trung bình $R = 150.10^9$ m.

a. Chu kì của chuyển động Trái Đất: $T^2 = \dfrac{4\pi^2R^3}{GM_T}$

$$\Rightarrow T = \sqrt{\frac{4\pi^2R^3}{GM_T}} = \sqrt{\frac{4.10.(150.10^9)^3}{6{,}67.10^{-11}.2.10^{30}}} = 3{,}16.10^7\ (s) \Rightarrow T = 365{,}74 \text{ ngày}.$$

b. Trong một chu kì, tâm Trái Đất đi được quãng đường bằng:

$$S = \pi d = \pi.2R = 3{,}14.2.150.10^9 = 942.10^9 = 9{,}42.10^{11}\ (m)$$

c. Vận tốc trung bình của tâm Trái Đất.

$$v = \omega.R = \frac{2\pi}{T}R = \frac{2.3{,}14}{0{,}316.10^8}.150.10^9 = 2981.10 = 29810\ (m/s)$$

Đáp số: T = 365,74 ngày ; b.S = 9,42.10^11 m ; c. v = 29810 m/s

Bài 40.2: Từ định luật III Kê-ple, hãy suy ra hệ quả: khoảng cách từ một hành tinh đến Mặt Trời thì tỉ lệ nghịch với căn bậc hai của vận tốc của hành tinh đó tại mỗi vị trí trên quĩ đạo.

$$\frac{R_1}{R_2} = \sqrt{\frac{v_2}{v_1}}$$

Kết quả này phù hợp với nội dung định luật II Kêple. Nó có mâu thuẫn với công thức $v = \omega R$ của chuyển động tròn hay không ?

Giải

Định luật III kê-ple cho ta: $\left(\dfrac{a_1}{a_2}\right)^3 = \left(\dfrac{T_1}{T_2}\right)^2$ (1)

Xem quĩ đạo của hành tinh đến Mặt Trời là tròn thì a = R

Từ (1) ta suy ra: $\left(\dfrac{R_1}{R_2}\right)^3 = \left(\dfrac{T_1}{T_2}\right)^2$ (2)

Mặt khác ta lại có: $T = \dfrac{2\pi R}{v} \Rightarrow T_1{}^2 = \dfrac{4\pi^2.R_1^2}{v_1^2}$ (3)

Thế (3) vào (2) ta có: $\left(\dfrac{R_1}{R_2}\right)^3 = \left(\dfrac{4\pi^2.R_1^2}{v_1^2}\right)\left(\dfrac{v_2^2}{4\pi^2R_2^2}\right) = \left(\dfrac{R_1}{R_2}\right)^2.\left(\dfrac{v_2}{v_1}\right)^2$

$$\text{Vậy } \frac{R_1}{R_2} = \left(\frac{v_2}{v_1}\right)^2$$

Bài 40.3: Tìm khối lượng của Trái Đất biết khoảng cách của Trái Đất - Mặt Trăng R = 384 000 km và chu kỳ quay của Mặt Trăng quanh Trái Đất là T = 27,5 ngày.

Tóm tắt

R = 384 000 km, T = 27,5 ngày, $M_Đ$?

Giải

Gọi khối lượng của là Trái Đất là $M_Đ$.

$$M_Đ = \frac{4\pi^2R^3}{GT^2} = \frac{4.\pi^2.(384.10^6)^3}{6,67.10^{-11}.(27,5.24.3600)^2} = 5,98.10^{24} \text{ (kg)}$$

Đáp số: $M_Đ = 5,98.10^{24}$ kg

C. BÀI TẬP LUYỆN TẬP

Bài 40.4: Một vệ tinh nhân tạo quay quanh Trái Đất ở độ cao h bằng hai lần bán kính R của Trái Đất. Cho R = 6400 km và lấy $g = 10 \text{ m/s}^2$. Hãy tính vận tốc và chu kì quay của vệ tinh.

Hướng dẫn giải

Coi vệ tinh chuyển động tròn đều quanh Trái đất với bán kính quĩ đạo bằng:

$$R' = R + h = 3R$$

Lực hướng tâm F_{ht} gây ra chuyển động tròn này của vệ tinh chính là lực hấp dẫn giữa Trái Đất với vệ tinh. Mà lực hấp dẫn này chính là trọng lực tác dụng lên vệ tinh ở độ cao h. Do đó: $F_{ht} = F_{hd}$ (1)

Trong đó: $F_{ht} = m.\frac{v^2}{R'} = m.\frac{v^2}{2R}$ (2)

$F_{hd} = P_h = m.g_h$

$$g = G.\frac{M}{R^2};\ g_h = G.\frac{M}{(R+h)^2} \Rightarrow g_h = \frac{R^2}{(R+h)^2}.g = \frac{R^2}{(3R)^2}.g = \frac{g}{9} \quad (3)$$

Thế (2) , (3) vào (1) ta được: $m.\frac{v^2}{3R} = m.\frac{g}{9}$

Vận tốc của vệ tinh là: $v = \sqrt{\frac{gR}{3}} = \sqrt{\frac{10.6400000}{3}} = 4\,619 \text{ m/s} = 4,619 \text{ km/s}$

Áp dụng công thức: $v = R'\omega = R'.\frac{2\pi}{T}$

Chu kỳ quay của vệ tinh: $T = \frac{2\pi R'}{v} = \frac{2\pi.\ 3.\ 6400\,000}{4619} = 26117,6 \text{ s} = 7,255 \text{ h}$

Đáp số: v = 4,619 km/s; T = 7,255 giờ

Bài 40.5: Ngoài chuyển động trên quĩ đạo quanh Mặt Trời, Trái Đất tự quay quanh trục của nó hướng dọc theo hai cực Bắc và Nam (gọi là chuyển động riêng). Gắn hệ qui chiếu với trục quay của Trái Đất. Lấy bán kính R của Trái Đất R = 6400 km và $g = 10 \text{ m/s}^2$. Hãy xác định:

a. Chu kì của chuyển động riêng của Trái Đất.

b. Vận tốc của một điểm trên xích đạo của trái Đất.

c. Vận tốc của hai cực Bắc, Nam.

Giải

a. Chu kì của chuyển động riêng của Trái Đất là thời gian Trái Đất tự quay một vòng quanh nó ⇒ T = 1 ngày = 24 . 3600 = 86400 s

b. Một điểm trên xích đạo của trái Đất sẽ chuyển động tròn đều với bán kính quĩ đạo là R. Do đó vận tốc của một điểm trên xích đạo của trái Đất:

$$v = R.\omega = R.\frac{2\pi}{T} = 6400000.\frac{2\pi}{86400} = 465,4 \text{ m/s}$$

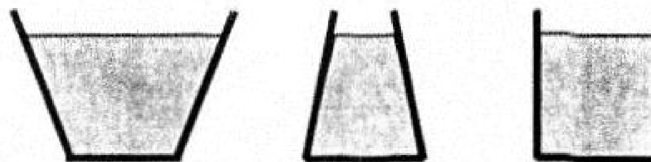
c. Hai cực Bắc, Nam nằm ngay trên trục quay, do đó so với hệ qui chiếu là trục quay thì chúng đứng yên ⇒ Vận tốc của hai cực Bắc, Nam v = 0.

CHƯƠNG V. CƠ HỌC CHẤT LƯU

BÀI 41 – ÁP SUẤT THỦY TĨNH – NGUYÊN LÍ PA-XCAN

A. HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI

Câu 41.1: Ba bình có dạng như hình 46.1 có diện tích đáy bằng nhau đổ nước vào các bình sao cho mực nước cao bằng nhau.



Hình 41.1

a. Áp suất và lực ép của nước lên đáy các bình có bằng nhau hay không?

b. Trọng lượng của nước trong ba bình chứa có cùng độ cao như hình 46.2 có bằng nhau hay không? Tại sao?

Trả lời

a. Vì các bình chứa nước ở cùng một độ cao nên áp suất tác dụng lên ba đáy bình bằng nhau.

- Vì các bình chứa tác dụng lên ba đáy bình bằng nhau.

b. Vì thể tích nước trong ba bình chứa khác nhau, mà trọng lượng của nước trong mỗi bình được tính bởi công thức: $P = mg = V\rho g$

$\Rightarrow$ trọng lượng của nước trong mỗi bình khác nhau.

Câu 41.2: Áp suất khí quyển là 5.10^5 N/m^2. Diện tích ngực người trung bình là 1 300 cm^2. Như vậy lực nén của không khí lên ngực cỡ 13 000 N, một lực khổng lồ. Tại sao cơ thể người lại chịu được sức lớn đến thế?

Trả lời

Vì ngay từ khi còn ở trong bụng mẹ cơ thể người đã phải chịu quen với áp lực của khí quyển, vì vậy không có cảm giác là áp lực lớn.

B. HƯỚNG DẪN GIẢI BÀI TẬP

Bài 41.1: Chọn câu **sai**

A. Khi xuống càng sâu trong nước ta chịu áp suất càng lớn.

B. Áp suất của chất lỏng không phụ thuộc vào khối lượng riêng của chất lỏng.

C. Độ chênh áp suất tại hai vị trí khác nhau trong chất lỏng không phụ thuộc áp suất khí quyển ở mặt thoáng.

D. Độ tăng áp suất lên một bình kín được truyền đi nguyên vẹn khắp bình.

Đáp án: B

Bài 41.2: Hãy tính áp suất tuyệt đối p ở độ sâu 1000 m dưới mực nước biển. Cho khối lượng riêng của nước biển là $1,0.10^3$ kg/m^3 và $p_a = 1,01.10^5$ N/m^2.

Giải

Áp dụng công thức: $p = p_a + \rho gh$

Áp suất tuyệt đối p ở độ sâu 1000 m dưới mực nước biển:

$$p = 1,01.10^5 + 1,0.10^3.\ 9,8\ .\ 1000 = 9,9.10^6\ N/m^2$$

Đáp số: $p = 9,9.10^6\ N/m^2$

Bài 41.3: Một máy nâng thủy lực của trạm sửa chữa ô tô dùng không khí nén lên một pit-tông có bán kính 5 cm. Áp suất được truyền sang một pit-tông khác có bán kính 15 cm. Hỏi khí nén phải tạo một lực ít nhất bằng bao nhiêu để nâng một ô tô có trọng lượng 13 000 N. Áp suất khí nén khi đó bằng bao nhiêu?

Tóm tắt

$R_1 = 5$ cm; $R_2 = 15$ cm; $P = F_2 = 13\,000$ N

$F_1 = ?$; $p_1 = ?$

Giải

Áp dụng công thức: $\frac{F_1}{F_2} = \frac{S_1}{S_2}$

Để nâng một ô tô có trọng lượng 13 000 N phải tác dụng lực F_1 lên pit-tông nhỏ có độ lớn bằng: $F_1 = \frac{S_1}{S_2}F_2 = \frac{\pi(0,05)^2}{\pi(0,15)^2}.13000 = 1444,45$ N

Áp suất khí nén khi đó bằng: $p_1 = \frac{F_1}{S_1} = \frac{1444,45}{\pi.0,05^2} = 1,83.10^5$ Pa

Đáp số: $F_1 = 1444,45$ N; $p_1 = 1,84.10^5$ Pa

Bài 41.4: Cửa ngoài một nhà rộng 3,4 m cao 2,1 m. Một trận bão đi qua, áp suất bên ngoài giảm đi còn 0,96 atm. Trong nhà vẫn giữa ở 1,0 atm. Hỏi lực toàn phần ép vào cửa là bao nhiêu?

Tóm tắt

$S = 3,4 \,.\, 2,1 = 7,14$ m^2; $p_1 = 0,96$ atm $= 0,97248.\,10^5$ N/m^2

$p_2 = 1,0$ atm $= 1,013.10^5$ N/m^2 ; $F = ?$

Giải

Áp lực toàn phần ép vào cửa là:

$F = \Delta p.\,S = (p_2 - p_1).S = (1,013.10^5 - 0,97248.\,10^5).\,7,14 = 2,89.10^4$ N

Đáp số: $F = 2,89.10^4$ N

C. BÀI TẬP LUYỆN TẬP

Bài 41.5: Áp suất của khí quyển ở mặt thoáng của nước bằng 10^5 Pa. Cho khối lượng riêng của nước bằng 1000 kg/m^3. Lấy $g = 10$ m/s^2.

a. Tính áp suất thủy tĩnh ở đáy một hồ sâu 30 m.

b. Ở độ sâu nào áp suất bằng $\frac{1}{2}$ áp suất đáy hồ.

Tóm tắt

$p_a = 10^5$ Pa $= 10^5$ N/m^2; $\rho = 1000$ kg/m^3; $g = 10$ m/s^2

a) $h = 30$ m; $p_h = ?$ b) $p_{h'} = \frac{1}{2}p_h$; $h' = ?$

Hướng dẫn giải

a. Gọi h là độ sâu của đáy hồ có áp suất p_h: $p_h = p_a + \rho gh$

Trong đó p_a là áp suất khí quyển trên mặt nước.

Áp suất thủy tĩnh ở đáy một hồ sâu 30 m là:

$$p_h = 10^5 + 1000 .10 .30 = 4.10^5 \text{ N/m}^2 = 4.10^5 \text{ Pa}$$

b. Gọi h' là độ sâu của nước có áp suất bằng $\frac{1}{2}$ áp suất đáy hồ. Ta có:

$$p_{h'} = \frac{1}{2} p_h = 2.10^5 \text{ Pa} = 2.10^5 \text{ N/m}^2$$

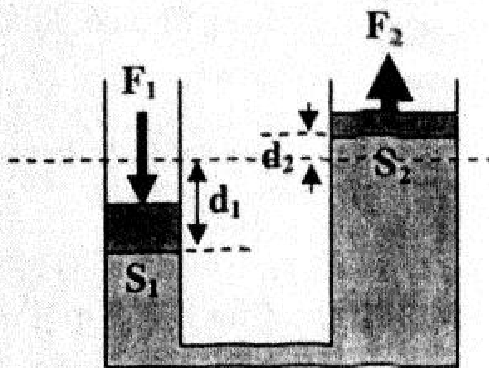
Mặt khác: $p_{h'} = p_a + \rho gh' \Rightarrow h' = \frac{P_{h'} - P_a}{\rho g} = \frac{2.10^5 - 10^5}{10^3.10} = 10 \text{ m}$

Đáp số: a) $P_h = 4.10^5 Pa$; b) $h' = 10$ m

Bài 41.6: Một cái kích thủy lực (máy ép dùng chất lỏng) với pit-tông lớn có tiết diện gấp 20 lần tiết diện của pit-tông nhỏ như hình 41.2.

a. Mỗi lần nén pit-tông nhỏ đi xuống một đoạn $d_1 = 25$ cm thì pit-tông lớn dịch chuyển một đoạn d_2 bằng bao nhiêu?

b. Muốn nâng một vật có khối lượng 1000 kg lên thì phải tác dụng lực F_1 bằng bao nhiêu vào pit-tông nhỏ?



Hình 41.2

Tóm tắt

$S_2 = 20S_1$; a) $d_1 = 25$ cm: $d_2 = ?$; b) m = 1000 kg: $F_1 = ?$

Hướng dẫn giải

Áp dụng công thức: $\frac{F_1}{F_2} = \frac{d_2}{d_1} = \frac{S_1}{S_2}$

a. Khi pit-tông nhỏ dịch xuống dưới một đoạn $d_1 = 25$ cm thì pit-tông lớn dịch một đoạn: $d_2 = \frac{S_1}{S_2} d_1 = \frac{1}{20}.25 = 1{,}25$ cm

b. Để nâng một ô tô có khối lượng 1000 kg phải tác dụng lực F_1 lên pit-tông nhỏ có độ lớn bằng: $F_1 = \frac{S_1}{S_2} F_2 = \frac{1}{20}.1000.10 = 500$ N

Đáp số : a) $d_2 = 1{,}25$ cm; b) $F_1 = 500$ N

BÀI 42 – SỰ CHẢY THÀNH DÒNG CỦA CHẤT LỎNG VÀ CHẤT KHÍ ĐỊNH LUẬT BÉC-NU-LI

A. HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI

Câu 42.1: Thế nào là sự chảy ổn định?

Trả lời

Sự chảy ổn định hay thành lớp, thành dòng (tức vận tốc chất lỏng tại mỗi điểm có độ lớn và hướng không đổi).

Câu 42.2: Thế nào là đường dòng? Ống dòng?

Trả lời

- Khi chất lỏng chảy ổn định, mỗi phân tử của chất lỏng chảy theo một đường nhất định gọi là đường dòng.

Ống dòng là một phần của chất lỏng chuyển động có mặt biên tạo bởi các đường dòng.

Câu 42.3: Quan sát dòng nước chảy chậm từ vòi nước xuống dưới ta thấy nước bị "thắt lại" tức là ở gần vòi tiết diện dòng nước lớn hơn tiết diện ở dưới. Tại sao?

Trả lời

Khi nước ra khỏi miệng vòi dưới tác dụng của trọng lực nước sẽ chuyển động nhanh dần đều với gia tốc a = g. Như vậy càng xuống dưới, vận tốc của nước càng tăng ⇒ tiết diện của dòng nước càng bị giảm, tức là bị "thắt lại".

Câu 42.4: Phát biểu định luật Bé-nu-li.

Trả lời

Trong một ống dòng nằm ngang, tổng áp suất tĩnh và áp suất động tại một điểm bất kì là một hằng số.

B. HƯỚNG DẪN GIẢI BÀI TẬP

Bài 42.1: Chọn câu **sai**

A. Trong một ống dòng nằm ngang, nơi nào có tốc độ lớn thì áp suất tĩnh nhỏ, nơi nào có tốc độ nhỏ thì áp suất tĩnh lớn.

B. Định luật Béc-nu-li áp dụng cho chất lỏng và chất khí chảy ổn định.

C. Áp suất toàn phần tại một điểm trong ống dòng nằm ngang thì tỉ lệ bậc nhất với vận tốc dòng.

D. Trong một ống dòng nằm ngang, nơi nào các đường dòng càng nằm sít nhau thì áp suất tĩnh càng nhỏ.

Trả lời

$$p_{tp} = p + \frac{1}{2}\rho v^2 = \text{hằng số}$$

Đáp án: C

Bài 42.2: Lưu lượng nước trong một ống nằm ngang là 2 m^3/phút. Hãy xác định vận tốc của chất lỏng tại một điểm của ống có đường kính 10 cm.

Tóm tắt

$$A = 2\ m^3/\text{phút} = \frac{1}{30}\ m^3/s;\ d = 10\ cm = 0{,}1\ m\ ;\ v = ?$$

Giải

Áp dụng công thức: $A = v.S$; với $S = \pi\frac{d^2}{4}$

Vận tốc của chất lỏng tại điểm đó là: $v = \frac{A}{S} = \frac{\frac{1}{30}}{\pi.\frac{0,1^2}{4}} = 4,24$ m/s

Đáp số: v = 4,24 m/s

Bài 42.3: Tiết diện động mạch chủ của người là 3 cm², vận tốc máu từ tim ra là 30 cm/s. Tiết diện của mỗi mao mạch là 3.10^{-7} cm²; vận tốc máu trong mao mạch là 0,05 cm/s. Hỏi người phải có bao nhiêu mao mạch?

Tóm tắt

$S = 3\ cm^2 =$; $v = 30$ cm/s ; $S_0 = 3.10^{-7}\ cm^2$; $v_0 = 0,05$ cm/s

$N = ?$

Giải

Số mao mạch của người là:

$$N = \frac{A}{A_0} = \frac{S.v}{S_0.v_0} = \frac{3.30}{3.10^{-7}.0,05} = 6.10^9 \text{ mao mạch}$$

Đáp số: N = 6.10^9 mao mạch

Bài 42.4: Một ống nước nằm ngang có đoạn bị thắt lại. Biết rằng áp suất bằng $8,0.10^4$ Pa tại một điểm có vận tốc 2 m/s và tiết diện ống là S. Hỏi vận tốc và áp suất tại nơi có tiết diện $\frac{S}{4}$ bằng bao nhiêu?

Tóm tắt

$p_1 = 8,0.10^4$ Pa; $v_1 = 2$ m/s; $S_1 = S$; $S_2 = \frac{S}{4}$; $v_2 = ?$

Giải

Áp dụng công thức: $v_1S_1 = v_2S_2$

Vận tốc của chất lỏng tại điểm có tiết diện $\frac{S}{4}$ là: $v_2 = \frac{S_1}{S_2}v_1 = 4v_1 = 8$ m/s

Áp dụng công thức: $p_1 = p + \frac{1}{2}\rho v_1^2$ (1)

$p_2 = p + \frac{1}{2}\rho v_2^2$ (2)

Lấy (2) – (1) ta có: $p_2 = p_1 + \frac{1}{2}\rho(v_2^2 - v_1^2)$

Áp suất tại nơi có tiết diện $\frac{S}{4}$ là:

$$p_2 = 8,0.10^4 + \frac{1}{2}.1000.(8^2 - 2^2) = 1,1.10^5 \text{ Pa}$$

Đáp số: $v_2 = 8$ m/s; $P_2 = 1,1.10^5$ Pa

C. BÀI TẬP LUYỆN TẬP

Bài 42.5: Tiết diện ngang tại một vị trí của một ống nước nằm ngang bằng 20 cm^2, tại một vị trí thứ hai bằng 15 cm^2. Vận tốc nước tại vị trí đầu bằng 6 m/s. Áp suất tại vị trí sau bằng 3.10^5 N/m^2. Tính:

a. Vận tốc nước tại vị trí sau.

b. Áp suất nước tại vị trí đầu.

c. Lưu lượng nước qua một tiết diện ống trong một phút.

Tóm tắt

$S_1 = 20$ cm^3; $S_2 = 15$ cm^3; $v_1 = 6$ m/s; $p_2 = 3.10^5$ N/m^2

a) $v_2 = ?$; b) $p_1 = ?$; c) A = ?

Hướng dẫn giải

a. Áp dụng công thức lưu lượng khí: $A = v_1S_1 = v_2S_2$

Vận tốc nước tại vị trí sau: $v_2 = \frac{S_1}{S_2}.v_1 = \frac{20}{15}.6 = 8$ m/s

b. Áp dụng định luật Béc-nu-li cho hai vị trí đầu và sau, ta có:

$$p_1 + \frac{1}{2}\rho v_1{}^2 = p_2 + \frac{1}{2}\rho v_2{}^2$$

Áp suất nước tại vị trí đầu: $p_1 = p_2 + \frac{1}{2}\rho(v_2{}^2 - v_1{}^2)$

$$p_1 = 3.10^5 + \frac{1}{2}1000.\ (8^2 - 6^2) = 3{,}14.10^5\ N/m^2$$

c. Lưu lượng nước qua một tiết diện ống trong một phút:

$$A = v.S.\ t = v_1S_1t = 6\ .\ 20\ .\ 10^{-4}\ .\ 60 = 0{,}72\ m^3/\text{phút}$$

***Đáp số:** a) $v_2 = 8$ m/s; b) $p_1 = 3{,}14.10^5$ N/m^2; c) $A = 0{,}72$ m^3/phút*

BÀI 43 – ỨNG DỤNG CỦA ĐỊNH LUẬT BÉC-NU-LI

A. HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI

Câu 43.1: Hãy đặt hai tờ giấy cho hai mặt song song gần nhau và thổi cho luồng khí qua khe giữa hai tờ giấy. Hiện tượng gì xảy ra? Giải thích?

Trả lời

Hai tờ giấy sẽ hút nhau, vì khi đó vận tốc khí giữa hay tờ giấy tăng ⇒ áp suất giữa hai tờ giảm so với xung quanh ⇒ áp lực ở mặt ngoài của hai tờ giấy lớn hơn ở mặt trong ⇒ ép chúng gần nhau hơn.

Câu 43.2: Hãy áp dụng phương trình Béc-nu-li để tìm ra công thức: $v = \sqrt{\frac{2\rho gh}{\rho_{kkhí}}}$ (để đo vận tốc máy bay bằng ống Pi-tô).

Trả lời

Áp suất khí đối với nhánh ống chữ U vuông góc với dòng khí:

$$p_1 = p_a + \frac{1}{2}\rho_{kkhí}\, v^2$$

Áp suất khí đối với nhánh còn lại của ống chữ U bằng áp suất tĩnh $p_2 = p_a$ của khí quyển.

Độ chênh lệch áp suất giữa hai miệng ống là:

$$\Delta p = p_2 - p_1 = \frac{1}{2}\rho_{kkhí} v^2 \quad (1)$$

Độ chênh lệch áp suất giữa hai miệng ống dẫn đến mực chất lỏng hai bên ống chữ U chênh nhau là h. Trong đó: $\Delta p = p_2 - p_1 = \rho gh$ (2)

Từ (1) và (2) suy ra: $\frac{1}{2}\rho_{kkhí} v^2 = \rho gh \Rightarrow v = \sqrt{\frac{2\rho gh}{\rho_{kkhí}}}$

Câu 43.3: Tại sao nói định luật Béc-nu-li là một ứng dụng của định luật bảo toàn năng lượng?

Trả lời

Áp dụng định lí động năng là trường hợp đặc biệt của định luật bảo toàn năng lượng ta có: Độ biến thiên động năng của một vật bằng công của ngoại tác dụng lên vật trên đoạn đường đó:

$$\Delta E_đ = \frac{mv_2{}^2}{2} - \frac{mv_1{}^2}{2} = A \quad (1)$$

Trong đó: $m = \Delta V\rho$

$$\Rightarrow \Delta E_đ = \frac{1}{2}\Delta V\rho(v_2^2 - v_1^2) \quad (2)$$

Công do ngoại lực thực hiện tại mặt trước ống dòng:

$$A_1 = F_1.\Delta x_1 = p_1S_1v_1\Delta t = p_1\Delta V$$

Công do ngoại lực thực hiện tại mặt sau ống dòng:

$$A_2 = F_2.\Delta x_2 = - p_2S_2v_2\Delta t = - p_2\Delta V$$

Công do ngoại lực thực hiện: $A = A_1 + A_2 = (p_1 - p_2).\Delta V$ (3)

Từ (1) và (2) và (3) suy ra: $\frac{1}{2}\rho(v_2^2 - v_1^2) = p_1 - p_2$

$$\Rightarrow p_1 + \frac{1}{2}\rho v_1{}^2 = p_2 + \frac{1}{2}\rho v_2{}^2$$

$$\frac{\rho v^2}{2} + \rho gh = \text{hằng số}$$

Vậy định luật Béc-nu-li là một ứng dụng của định luật bảo toàn năng lượng.

B. HƯỚNG DẪN GIẢI BÀI TẬP

Bài 43.1: Một cánh máy bay có diện tích là 25 m^2. Biết vận tốc dòng không khí ở phía dưới cánh là 50 m/s, còn ở phía trên cánh là 65 m/s. Hãy xác định trọng lượng của máy bay. Giả sử máy bay bay theo đường nằm ngang với vận tốc không đổi và lực nâng máy bay chỉ do cánh gây nên. Cho biết khối lượng riêng của không khí là 1,21 kg/m^3.

Giải

Áp suất tác dụng trên cánh máy bay: $p_1 = p + \frac{1}{2}\rho v_1{}^2$ (1)

Áp suất tác dụng dưới cánh máy bay: $p_2 = p + \frac{1}{2}\rho v_2{}^2$ (2)

Lấy (2) – (1) ta có độ chênh lệch áp suất giữa hai mặt cánh là:

$$\Delta p = p_2 - p_1 = \frac{1}{2}\rho(v_2^2 - v_1^2)$$

Áp lực nâng hai cánh máy bay bằng đúng trọng lượng của máy bay. Do đó trọng lượng của máy bay là: $P = 2.S.\Delta p = \rho(v_2^2 - v_1^2)S$

$$P = 1,21.(65^2 - 50^2).25 = 52\ 181\ \text{N}$$

Đáp số: P = 52 181 N

Bài 13.2: Một người thổi không khí với tốc độ 15 m/s ngang qua miệng một nhánh ống chữ U chứa nước. Hỏi độ chênh lệch mực nước giữa hai nhánh là bao nhiêu?

Giải

Áp dụng phương trình Béc-nu-li: $p_{tp} = p + \frac{1}{2}\rho v^2$

Ở bên miệng nhánh chữ U không thổi khí ($v_1 = 0$) áp suất không khí trên mặt thoáng bằng áp suất khí quyển $p_1 = p_a$.

Ở bên miệng nhánh chữ U thổi khí ($v_2 = 15$ m/s) áp suất không khí trên mặt thoáng bằng: $p_2 = p_a + \frac{1}{2}\rho_{kkhí}v_2^2$

Độ chênh lệch áp suất giữa hai miệng ống là:

$$\Delta p = p_2 - p_1 = \frac{1}{2}\rho_{kkhí}v_2^2 \quad (1)$$

Độ chênh lệch áp suất giữa hai miệng ống dẫn đến mực nước hai bên ống chữ U chênh nhau là h. Trong đó: $\Delta p = p_2 - p_1 = \rho_{nước}gh$ (2)

Từ (1) và (2) suy ra:

$$h = \frac{1}{2}.\frac{\rho_{kkhí}.v_2^2}{\rho_{nước}g} = \frac{1}{2}.\frac{1,21.15^2}{1000.9,8} = 1,39.10^{-2}\ \text{m} = 1,39\ \text{cm}$$

Đáp số: h = 1,39 cm

C. BÀI TẬP LUYỆN TẬP

Bài 13.3: Một máy bay đang bay trong không khí có áp suất không khí đứng yên là 10^5 Pa. Dùng ống Pi-tô gắn vào máy bay người ta đo được áp suất toàn phần là $1,784.10^5$ Pa. Hãy tính vận tốc của máy bay. Cho khối lượng riêng của không khí là 1,28 kg/m³.

Giải

Áp dụng công thức: $p_{tp} = p + \frac{1}{2}\rho v^2$

Vận tốc của máy bay là: $v = \sqrt{\frac{2(p_{tp} - p)}{\rho}} = \sqrt{\frac{2.(1,784.10^5 - 10^5)}{1,28}} = 350$ m/s

Đáp số: v = 350m/s

Bài 13.4: Người ta dùng ống Ven-tu-ri để xác định lưu lượng nước đi qua tiết diện ngang của một ống dòng. Kết quả giữa hai tiết diện ngang $S_1 = 40$ cm² và $S_2 = 20$ cm² có hiệu áp suất tĩnh đo được là $\Delta p = 2000$ N/m². Tính lưu lượng nước qua tiết diện ngang của ống trong mỗi giây.

Tóm tắt

$S_1 = 40\ cm^2$; $S_2 = 20\ cm^2$; $\Delta p = 2000\ N/m^2$; A =?

Hướng dẫn giải

Vận tốc của nước qua tiết diện S_1 là:

$$v_1 = \sqrt{\frac{2S_2^2\Delta p}{\rho(S_1^2 - S_2^2)}} = \sqrt{\frac{2.20^2.10^{-4}.2000}{1000.(40^2 - 20^2).10^{-4}}} = 1,155\ m/s$$

Lưu lượng nước qua tiết diện ngang của ống trong mỗi giây:

$$A = v_1.S_1 = 1,155\ .\ 40.10^{-4} = 4,62.10^{-3}\ m^3/s = 46,2\ lít/s$$

Đáp số: A = 4,62 lít/s

PHẦN II - NHIỆT HỌC

CHƯƠNG VI - CHẤT KHÍ

Bài 44
THUYẾT ĐỘNG HỌC PHÂN TỬ VỀ CHẤT KHÍ – CẤU TẠO CHẤT

A. HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI

Câu 44.1: So sánh khối lượng phân tử của các khí H_2, He, O_2 và N_2 dựa vào bảng ghi khối lượng mol trong bài học.

Trả lời

Khối lượng một phân tử tính bằng công thức: $m_0 = \frac{\mu}{N_A}$

với $N_A = 6,02\ .\ 10^{23}\ mol^{-1}$.

Dựa trên bảng ghi khối lượng mol ta thấy khối lượng mol được sắp xếp theo thứ tự tăng dần là: H_2, He, N_2, O_2. Như vậy khối lượng phân tử cũng sẽ tăng dần theo thứ tự H_2, He, N_2, O_2.

Câu 44.2: Trong điều kiện chuẩn về nhiệt độ và áp suất, số phân tử trong đơn vị thể tích của các chất khí khác nhau có chênh lệch nhau không?

Trả lời

Trong điều kiện chuẩn về nhiệt độ và áp suất, số phân tử trong đơn vị thể tích của các chất khí khác nhau đều như nhau vì thể tích mol của mọi chất khí đều bằng 22,4 lít/mol.

Câu 44.3: Có thể bỏ qua kích thước phân tử của chất lỏng và chất rắn (so với khoảng cách giữa chúng) không? Tại sao?

Trả lời

Không thể bỏ qua kích thước phân tử của chất lỏng và chất rắn so với khoảng cách giữa chúng vì ở thể rắn và lỏng, mỗi phân tử luôn luôn có những phân tử khác ở gần (trong phạm vi khoảng cách một hai lần kích thước phân tử) và các phân tử này được sắp xếp với một trật tự nhất định có liên kết mạnh giữa hai phân tử lân cận.

Câu 44.4: Số Avôgađrô là gì? Mol là gì?

Trả lời

Số Avôgađrô là số phân tử hay nguyên tử chứa trong 1 mol của chất đó. Một mol là lượng chất trong đó có chứa một số phân tử hay nguyên tử bằng số nguyên tử chứa trong 12 g cacbon 12.

Câu 44.5: Có mối quan hệ như thế nào giữa nhiệt độ và chuyển động hỗn loạn của phân tử?

Trả lời

Nhiệt độ càng cao thì vận tốc chuyển động nhiệt hỗn loạn của các phân tử càng lớn.

Câu 44.6: Tính chất hỗn loạn của chuyển động nhiệt của phân tử được thể hiện ở vận tốc phân tử như thế nào?

Trả lời

Do chuyển động hỗn loạn mà độ lớn của vận tốc phân tử có những giá trị rất khác nhau, từ nhỏ đến lớn. Vận tốc tăng khi nhiệt độ tăng.

B. HƯỚNG DẪN GIẢI BÀI TẬP

Bài 44.1: Chọn câu sai

Số Avôgađrô có giá trị bằng:

A. Số nguyên tử chứa trong 4 g hêli.

B. Số phân tử chứa trong 16 g ôxi.

C. Số phân tử chứa trong 18 g nước lỏng.

D. Số nguyên tử chứa trong 22,4 l khí trơ ở 0^0C và áp suất 1 atmôtphe.

Đáp án: B

Bài 44.2: Một bình kín chứa $N = 3{,}01.10^{23}$ phân tử khí hêli.

a. Tính khối lượng He chứa trong bình.

b. Biết nhiệt độ khí là 0^0C và áp suất khí trong bình là 1 atmôtphe ($1{,}013.10^5$ Pa). Hỏi thể tích của bình là bao nhiêu?

Giải

a. Khối lượng He chứa trong bình:

$$N = \frac{m}{\mu}N_A \Rightarrow m = \frac{N\mu}{N_A} = \frac{3{,}01.10^{23}.4}{6.02.10^{23}} = 2(g)$$

b. Thể tích của bình là:

Ở điều kiện nhiệt độ 0^0C và áp suất trong bình là 1 atm, một mol khí He có thể tích là 22,4 lít.

Khối lượng mol của He là 4 g/mol.

Số mol khí He: $\nu = \frac{m}{\mu} = 0{,}5$mol

Vậy thể tích của bình là: $V = 0{,}5 \;.\; 22{,}4 = 11{,}2$ lít

Đáp số: a) m = 2 g; b) V = 11,2 lít

Bài 44.3: Tính tỉ số khối lượng phân tử nước và khối lượng nguyên tử cacbon 12.

Giải

Khối lượng phân tử nước là: $m_{H_2O} = \frac{\mu_{H_2O}}{N_A}$

Khối lượng nguyên tử cacbon là: $m_C = \frac{\mu_C}{N_A}$

Tỉ số khối lượng: $\frac{m_{H_2O}}{m_C} = \frac{\mu_{H_2O}}{N_A}.\frac{N_A}{\mu_C} = \frac{\mu_{H_2O}}{\mu_C} = \frac{18}{12} = \frac{3}{2}$

Đáp số: $\frac{m_{H_2O}}{m_C} = \frac{3}{2}$

Bài 44.4: Tính số phân tử H_2O có trong 1 g nước.

Giải

Số phân tử nước có trong 1 g nước là:

$$N = \nu N_A = \frac{m}{\mu}N_A = \frac{1}{18}.6,02.10^{23} \approx 3,3.10^{22} \text{ phân tử}$$

Đáp số: $N = 3,3.10^{22}$ phân tử

C. BÀI TẬP LUYỆN TẬP

Bài 44.5: Hãy xác định số mol, khối lượng một phân tử và số phân tử chứa trong 28 g khí nitơ N_2.

Hướng dẫn giải

Số mol: $n = \frac{m}{\mu} = \frac{28}{28} = 1\,\text{mol}$

Số phân tử: $N = \frac{m}{\mu}N_A = n.N_A = 1.6,02.10^{23} = 6,02.10^{23}$ phân tử

Khối lượng một phân tử: $m_0 = \frac{\mu}{N_A} = \frac{28}{6,02.10^{23}} = 4,65.10^{-23}\,\text{g}$

Đáp số: $n = 1$ mol; $N = 6,02.10^{23}$ nguyên tử; $m_0 = 4,65.10^{-23}$ g

Bài 44.6: Tính số phân tử chứa trong 5 kg không khí, biết rằng không khí có chứa 22% là khí O_2 và 78% là khí Nitơ.

Hướng dẫn giải

Khối lượng khí ôxi trong 5 kg không khí là:

$$m_1 = 22\%.m = 0,22.m = 1,1\text{kg}$$

Khối lượng khí nitơ trong 10 kg không khí là: $m_2 = 78\%.m = 0,78.m = 3,9\text{kg}$

Số phân tử khí ôxi: $N_1 = \frac{m_1}{\mu_1}.N_A = \frac{1,1.10^3}{32}.6,02.10^{23} = 2,07.10^{25}$ phân tử

Số phân tử khí nitơ: $N_2 = \frac{m_2}{\mu_2}.N_A = \frac{3,9.10^3}{28}.6,02.10^{23} = .8,39.10^{25}$ phân tử

Số phân tử có trong 5 kg không khí là:

$$N = N_1 + N_2 = 2,07.10^{25} + 8,39.10^{25} = 1,05.10^{26} \text{ phân tử}$$

Đáp số: $N = 1,05.10^{26}$ phân tử

Bài 45 - ĐỊNH LUẬT BÔI-LƠ – MA-RI-ỐT

A. HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI

Câu 45.1: Có thể nói rằng: "Trong quá trình đẳng nhiệt thì thể tích V của một lượng khí biến đổi tỉ lệ nghịch với áp suất p tác dụng lên khí đó" được không? Lí giải điều đó.

Trả lời

Có thể nói rằng: "Trong quá trình đẳng nhiệt thì thể tích V của một lượng khí biến đổi tỉ lệ nghịch với áp suất p tác dụng lên khí đó" được vì theo định luật Bôi-lơ – Ma-ri-ốt ta có:

$$p_1V_1 = p_2V_2 \Rightarrow \frac{V_1}{V_2} = \frac{p_2}{p_1}$$

Câu 45.2: Dùng định luật Bôi-lơ – Ma-ri-ốt giải thích tại sao bơm xe đạp lại làm tăng áp suất khí trong săm (ruột) của bánh xe.

Trả lời

Khi bơm xe đạp, ta đưa thêm khí từ bên ngoài vào tức tăng số lượng khí nhưng dung tích của lốp xe không đổi tức thể tích lượng khí trong ruột xe bị nén giảm xuống vì vậy áp suất sẽ tăng lên.

Câu 45.3: Tìm sự phụ thuộc của áp suất vào thể tích riêng của khí.

Trả lời

Thể tích riêng là thể tích của 1 kg của một khối chất khí ở điều kiện chuẩn và được tính bởi công thức: $V_R = \dfrac{22,4}{\mu}$ (lít/kg)

Theo định luật Bôi-lơ – Ma-ri-ốt ta có: p.V = hằng số

Với một khối khí xác định có khối lượng m thì thể tích của nó là V ở điều kiện chuẩn được tính bởi công thức: $V = mV_R = m.\dfrac{22,4}{\mu}$

$$\Rightarrow p.V = p.mV_R = \text{hằng số} \Rightarrow p \sim \frac{1}{V_R}$$

Vậy áp suất tỉ lệ nghịch với thể tích riêng của khí.

Câu 45.4: Tìm sự phụ thuộc của áp suất vào mật độ phân tử của khí. Mật độ phân tử là số phân tử trong đơn vị thể tích.

Trả lời

Theo định luật Bôi-lơ – Ma-ri-ốt ta có: p.V = hằng số

Mặt khác:

Gọi n: mật độ phân tử khí, m: khối lượng khí = hằng số đối với một khối khí xác định, ta có:

$$n = \frac{m}{V} \Rightarrow V = \frac{m}{n} \Rightarrow p.\frac{m}{n} = const \Rightarrow p \sim n$$

Vì vậy áp suất sẽ tỉ lệ thuận với mật độ khí.

Câu 45.5: * Thừa nhận rằng số phân tử va chạm lên thành bình trong đơn vị thời gian tỉ lệ với mật độ phân tử. Hãy thử giải thích định luật Bôi-lơ – Ma-ri-ốt theo thuyết động học phân tử.

Giải thích

Theo thuyết động học phân tử, các chất khí chuyển động hoàn toàn hỗn loạn do đó mật độ phân tử khí trong một bình chứa kín là đồng nhất. Trong khi chuyển động, các phân tử khí va chạm vào nhau và va chạm vào thành bình. Những va chạm này được coi là tuyệt đối đàn hồi. Áp suất do chất khí tác dụng lên thành bình là do va chạm của các phân tử khí lên thành bình gây ra. Mỗi phân tử khí va chạm vào thành bình tác dụng lên thành bình một lực. Lực mà một phân tử khí tác dụng lên thành bình là rất nhỏ, nhưng vô số phân tử cùng va chạm vào thành bình thì chúng tác dụng lên thành bình một lực đáng kể. Áp suất chất khí tác dụng lên thành bình có độ lớn bằng độ lớn trung bình của tổng các lực phân tử tác dụng lên một đơn vị diện tích thành bình. Độ lớn trung bình này phụ thuộc vào số va chạm của các phân tử khí lên thành bình trong mỗi giây và tác dụng của từng va chạm. Số va chạm của các phân tử lên thành bình trong mỗi giây tăng theo mật độ phân tử, còn tác dụng của từng va chạm phụ thuộc vào khối lượng và vận tốc trung bình của các phân tử. Như vậy, với một chất khí xác định và nhiệt độ không đổi thì khối lượng và vận tốc trung bình của các phân tử không đổi. Do đó áp suất chất khí chỉ còn thay đổi theo mật độ phân tử khí. Với một lượng khí không đổi thì khi thể tích giảm, mật độ phân tử khí sẽ tăng và do đó áp suất tăng. Đó chính là nội dung của định luật Bôi-lơ – Ma-ri-ốt.

B. HƯỚNG DẪN GIẢI BÀI TẬP

Bài 45.1: Khi nén khí đẳng nhiệt thì:

A. Số phân tử trong đơn vị thể tích tăng tỉ lệ thuận với áp suất.

B. Số phân tử trong đơn vị thể tích không đổi.

C. Số phân tử trong đơn vị thể tích giảm tỉ lệ nghịch với áp suất.

D. Cả ba khả năng trên đều không xảy ra.

Đáp án: A

Bài 45.2: Một bình có dung tích 5 lít chứa 0,5 mol khí ở nhiệt độ 0^oC. Tính áp suất trong bình.

Giải

Thể tích của khí: $V_0 = 0,5$ thể tích mol $= 0,5 \,.\, 22,4 = 11,2$ lít

Theo định luật Bôi-lơ – Ma-ri-ốt

$$p_1V_1 = p_0V_0 \Rightarrow p_1 = \frac{p_0V_0}{V_1} = \frac{11,2.1}{5} = 2,24(\text{atm})$$

Đáp số: $p_1 = 2,24$ atm

Bài 45.3: Nén khí đẳng nhiệt từ thể tích 10 lít đến thể tích 4 lít thì áp suất của khí tăng lên bao nhiêu lần.

Giải

Trạng thái đầu: p_1; $V_1 = 10$ lít

Trạng thái sau: p_2; $V_2 = 4$ lít

Quá trình nén đẳng nhiệt

Theo định luật Bôi-lơ – Ma-ri-ốt.

$$p_1V_1 = p_2V_2 \Rightarrow p_2 = \frac{p_1V_1}{V_2} = \frac{10}{4}.p_1 = 2,5.p_1$$

Vậy áp suất khí tăng lên 2,5 lần

Đáp số: $p_2 = 2,5p_1$

Bài 45.4: Một bọt khí ở đáy hồ sâu 5 m nổi lên đến mặt nước. Hỏi thể tích của bọt tăng lên bao nhiêu lần?

Giải

Xét khối khí trong bọt khí.

Ở đáy hồ:

- Thể tích: V_1
- Áp suất $p_1 = p_o + dh$

Ở mặt nước:

- Thể tích: V_2
- Áp suất $p_2 = p_0 = 1$ at = 1,013 N/m^2

Trong đó: d = 10 000 N/m^3 = trọng lượng riêng của nước; h = 5 m

Theo định luật Bôi-lơ – Ma-ri-ốt.

$$p_1V_1 = p_2V_2 \Rightarrow \frac{V_2}{V_1} = \frac{p_1V_1}{p_2} = \frac{P_o + dh}{P_o} = 1,49$$

Vậy thể tích của bọt tăng lên 1,49 lần.

Đáp số: V tăng 1,49 lần

Bài 45.5: Nén khí đẳng nhiệt từ thể tích 9 lít đến thể tích 6 lít thì thấy áp suất khí tăng thêm một lượng $\Delta p = 50$ kPa. Hỏi áp suất ban đầu của khí là bao nhiêu?

Giải

Trạng thái trước khi nén: $V_1 = 9$ lít; p_1

Trạng thái sau khi nén: $V_2 = 6$ lít; $p_2 = p_1 + \Delta p = p_1 + 50$

Quá trình nén khí đẳng nhiệt.

Theo định luật Bôi-lơ – Ma-ri-ốt.

$$p_1V_1 = p_2V_2 \Rightarrow p_1 = \frac{p_2V_2}{V_1} = \frac{(p_1 + 50).6}{9} \Rightarrow 3p_1 = 2(p_1 + 50) \Rightarrow p_1 = 100\text{kPa}$$

Đáp số: $p_1 = 100$ kPa

C. BÀI TẬP LUYỆN TẬP

Bài 45.6. Một khối khí được nén từ thể tích 12 lít xuống còn 4 lít, khi đó áp suất khí tăng thêm 0,8 at. Tìm áp suất ban đầu của khí biết trong quá trình nén nhiệt độ được giữ không đổi?

Hướng dẫn giải

Trạng thái 1: áp suất p_1 ; thể tích $V_1 = 12\ l$

Trạng thái 2: áp suất $p_2 = (p_1 + \Delta p)$; thể tích $V_2 = 6\ l$

Quá trình biến đổi đẳng nhiệt.

Áp dụng định luật Bôi-lơ – Ma-ri-ốt ta có: $p_1V_1 = p_2V_2 = (p_1 + \Delta p)V_2$

$$\Rightarrow p_1.12 = (p_1 + 0,8).4$$

Suy ra $p_1 = 0,4$ at

Đáp số: $p_1 = 0,4$ at

Bài 45.7: Bơm không khí ở áp suất 1 at vào một quả bóng cao su, mỗi lần nén pittông thì đẩy được 100 cm^3. Nếu nén 50 lần thì áp suất khí trong bóng là bao nhiêu? Biết thể tích bóng là 2 *l*. Cho rằng trước khi bơm bóng thì trong quả bóng không có không khí và khi bơm nhiệt độ không đổi.

Hướng dẫn giải

Thể tích khí sau 50 lần nén: V = 0,1.50 = 5 *l*

Trạng thái 1: áp suất p_1 = 1 at; thể tích V_1 = 5 *l*

Trạng thái 2: áp suất p_2; thể tích V_2 = 2 *l*.

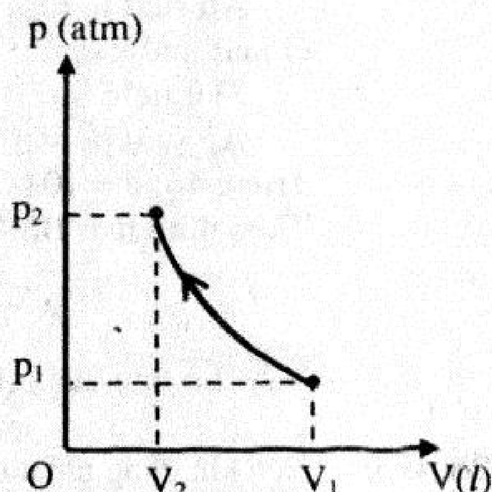
Vì nhiệt độ không thay đổi nên theo định luật Bôi-lơ – Ma-ri-ốt ta có:

$$p_1V_1 = p_2V_2$$

Do đó: $p_2 = \frac{p_1V_1}{V_2} = \frac{5.1}{2} = 2,5$ at

Đáp số:* p_2 *= 2,5 at

Bài 45.8: Sự biến đổi trạng thái của một khối khí lí tưởng được mô tả như hình 45.1. Tìm áp suất của khối khí ở trạng thái (2) khi thể tích thay đổi từ 10 lít xuống còn 4 lít. Áp suất ban đầu của khối khí là 1 atm.



Hình 45.1

Hướng dẫn giải

Trạng thái 1: p_1 = 1 atm; V_1 = 10 *l*

Trạng thái 2: p_2 = ?; V_2 = 4 *l*

Đồ thị biểu diễn trong hệ (p, V) có dạng hypebol là đường đẳng nhiệt.

Theo định luật Bôi-lơ – Ma-ri-ốt ta có: $p_1V_1 = p_2V_2$

Do đó: $p_2 = \frac{p_1V_1}{V_2} = \frac{1.10}{5} = 2$ atm

Đáp số:* p_2 *= 2 atm

Bài 45.9: Một khối khí có thể tích là V_1 dưới áp suất p_1. Hỏi khi áp suất tăng gấp ba lần thì thể tích của lượng khí thay đổi như thế nào? Biết nhiệt độ được giữ không đổi trong suốt quá trình.

Hướng dẫn giải

Trạng thái 1: áp suất p_1; thể tích V_1.

Trạng thái 2: áp suất $p_2 = 3p_1$; thể tích V_2.

Vì nhiệt độ không thay đổi nên theo định luật Bôi-lơ – Ma-ri-ốt ta có:

$$p_1V_1 = p_2V_2$$

Do đó: $V_2 = \frac{p_1V_1}{p_2} = \frac{p_1V_1}{3p_1} = \frac{1}{3}V_1$

Như vậy: thể tích của lượng khí giảm đi phân nửa so với thể tích ban đầu.

Đáp số: $V_2 = \frac{1}{3}V_1$

Bài 46
ĐỊNH LUẬT SÁC-LƠ - NHIỆT ĐỘ TUYỆT ĐỐI

A. HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI

Câu 46.1: Một lượng khí có thể tích không đổi được làm nóng lên, áp suất của khí tăng gấp đôi. Hỏi nhiệt độ tuyệt đối T và nhiệt độ Xen-xi-út t của khí biến đổi như thế nào?

Trả lời

Trong quá trình đẳng tích, khi áp suất của khí tăng gấp đôi thì:

$$P_2 = 2P_1$$

- Theo định luật Sáclơ ta có: $\dfrac{p_1}{T_1} = \dfrac{p_2}{T_2} \Rightarrow T_2 = \dfrac{p_2 T_1}{p_1} = 2T_1$

⇒ Nhiệt độ tuyệt đối T tăng gấp đôi vì T tỉ lệ thuận với P.

- Nhiệt độ Xen-xi-út t của khí phụ thuộc vào áp suất theo biểu thức:

$$p = p_0(1 + \gamma t) \Rightarrow p_1 = p_0(1 + \gamma t_1)\;;\; p_2 = p_0(1 + \gamma t_2)$$

$$\Rightarrow \frac{p_2}{p_1} = \frac{1 + \gamma t_2}{1 + \gamma t_1} = 2 \Rightarrow t_2 = \frac{1 + 2\gamma t_1}{\gamma} = 2t_1 + 273$$

nên khi áp suất tăng gấp đôi thì $t_2 = 2t_1 + 273$

Câu 46.2: Bóng điện dây tóc chứa khí trơ. Khi bật sáng bóng điện, áp suất khí trơ thay đổi thế nào?

Trả lời

Bóng điện dây tóc chứa khí trơ có thể tích không thay đổi, khi bật sáng, nhiệt độ tăng. Trong quá trình đẳng tích, áp suất tỉ lệ thuận với nhiệt độ nên áp suất khí trơ cũng tăng theo.

Câu 46.3: Biết rằng khi nhiệt độ tăng thì vận tốc chuyển động nhiệt của phân tử nói chung cũng tăng, hãy thử giải thích định luật Sác-lơ bằng thuyết động học phân tử.

Giải thích

Theo thuyết động học phân tử, các chất khí chuyển động hoàn toàn hỗn loạn do đó mật độ phân tử khí trong một bình chứa kín là đồng nhất. Trong khi chuyển động, các phân tử khí va chạm vào nhau và va chạm vào thành bình. Những va chạm này được coi là tuyệt đối đàn hồi. Áp suất do chất khí tác dụng lên thành bình là do va chạm của các phân tử khí lên thành bình gây ra. Mỗi phân tử khí va chạm vào thành bình tác dụng lên thành bình một lực. Lực mà một phân tử khí tác dụng lên thành bình là rất nhỏ, nhưng vô số phân tử cùng va chạm vào thành bình thì chúng tác dụng lên thành bình một lực đáng kể. Áp suất chất khí tác dụng lên thành bình có độ lớn bằng độ lớn trung bình của tổng các lực phân tử tác dụng lên một đơn vị diện tích thành bình. Độ lớn trung bình này phụ thuộc vào số va chạm của các phân tử khí lên thành bình trong mỗi giây và tác dụng của từng va chạm. Số va chạm của các phân tử lên thành bình trong mỗi giây tăng theo mật độ phân tử, còn tác dụng của từng va chạm phụ thuộc vào khối lượng và vận tốc trung

bình của các phân tử. Như vậy, với một chất khí xác định và thể tích không đổi thì khối lượng và mật độ phân tử khí không thay đổi. Do đó áp suất chất khí chỉ còn thay đổi theo vận tốc trung bình của các phân tử khí. Với một lượng khí không đổi thì khi nhiệt độ tăng, vận tốc chuyển động nhiệt của phân tử nói chung cũng tăng và do đó áp suất tăng. Đó chính là nội dung của định luật Sác–lơ.

D. HƯỚNG DẪN GIẢI BÀI TẬP

Bài 46.1: Khi làm nóng một lượng khí có thể tích không đổi thì:

A. Áp suất khí không đổi.

B. Số phân tử trong đơn vị thể tích không đổi.

C. Số phân tử trong đơn vị thể tích tăng tỉ lệ thuận với nhiệt độ.

D. Số phân tử trong đơn vị thể tích giảm tỉ lệ nghịch với nhiệt độ.

Đáp án: B

Bài 46.2: Một bình được nạp khí ở nhiệt độ 33^0C dưới áp suất 300 kPa. Sau đó bình được chuyển đến một nơi có nhiệt độ 37^0C. Tính độ tăng áp suất của khí trong bình.

Giải

Trạng thái khí lúc đầu: $T_1 = 273 + 33 = 306$ K; $p_1 = 300$ kPa

Trạng thái khí lúc sau: $T_2 = 273 + 37 = 310$ K; $p_2 = ?$

Quá trình biến đổi đẳng tích.

Theo định luật Sác – lơ :

$$\frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2} \Rightarrow p_2 = \frac{p_1T_2}{T_1} = \frac{300.310}{306} \approx 303{,}92 \text{ kPa}$$

Độ tăng áp suất trong bình: $\Delta p = p_2 - p_1 = 3{,}92$ kPa

Đáp số: $\Delta p = 3{,}92$ kPa

Bài 46.3: (Nối tiếp bài tập vận dụng ở bài 45). 0,1 mol khí ở áp suất $p_1 = 2$ atm, nhiệt độ $t_1 = 0^0C$ có thể tích $V_1 = 1{,}12$ l (biểu diễn bởi điểm B). Làm cho khí nóng lên đến nhiệt độ $t_2 = 102^0C$ và giữ nguyên thể tích.

a. Tính áp suất p_2 của khí.

b. Vẽ tiếp trên đồ thị p -V của bài tập vận dụng ở bài 45 đường biểu diễn quá trình làm nóng đẳng tích (thể tích không đổi) nói trên.

Giải

a. Áp suất p_2 của khí:

Trạng thái 1: $p_1 = 2$ atm ; $T_1 = 273$ K

Trạng thái 2: $p_2 = ?$; $T_2 = 375$ K

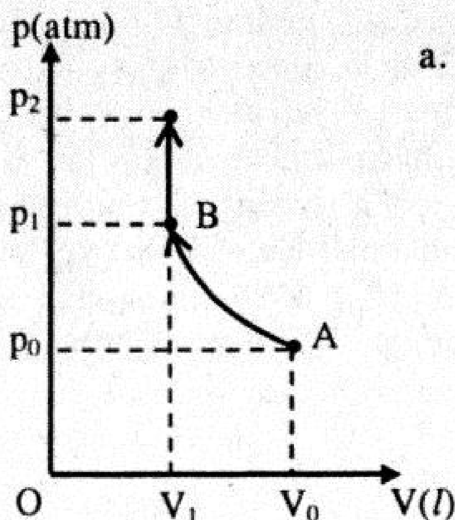
Quá trình biến đổi đẳng tích.

Theo định luật Sác – lơ :

$$\frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2} \Rightarrow p_2 = \frac{p_1T_2}{T_1} = \frac{2.375}{273} \approx 2{,}75(\text{atm})$$

b. Đồ thị biểu diễn tiếp quá trình làm nóng đẳng tích: hình 46.1

Đáp số: $p_2 = 2{,}75$ atm



Hình 46.1

Bài 46.4: Một lượng hơi nước có nhiệt độ 100^0C và áp suất $p_{100} = 1$ atm ở trong một bình kín. Làm nóng bình và khí đến nhiệt độ 150^0C thì áp suất trong bình bằng bao nhiêu? Thành lập công thức cho áp suất của khí ở nhiệt độ t (Xen-xi-út) bất kì theo p_{100}.

Giải

Trạng thái 1: $p_{100} = 1$ atm ; $T_{100} = 373$ K.

Trạng thái 2: $p_{150} = ?$; $T_{150} = 423$ K

Quá trình biến đổi đẳng tích.

Theo định luật Sác – lơ : $\frac{p_{100}}{T_{100}} = \frac{p_{150}}{T_{150}} \Rightarrow p_{150} = \frac{p_{100}T_{150}}{T_{100}} = \frac{1.423}{373} \approx 1,13(atm)$

Thành lập công thức:

Áp suất khí ở nhiệt độ t_{100} (^0C) là: $p_{100} = p_0(1 + \gamma t_{100})$

Áp suất khí ở nhiệt độ t (^0C) là: $p = p_0(1 + \gamma t)$

Áp suất khí ở nhiệt độ bất kì t theo t_{100} là: $\frac{p}{p_{100}} = \frac{1 + \gamma t}{1 + \gamma t_{100}}$

$$\Rightarrow p = 0,73p_{100}(1 + \gamma t)$$

Hay: $p = p_{100}\left(1 + \frac{t - 100}{373}\right)$

Đáp số: $p_{150} = 1,13$ atm; $p = 0,73p_{100}(1 + \gamma t) = p_{100}\left(1 + \frac{t - 100}{373}\right)$

C. BÀI TẬP LUYỆN TẬP

Bài 46.5: Một bình kín chứa 1 mol khí nitơ ở áp suất $p_1 = 1,5$ atm, $T_1 = 27^0C$. Sau khi nung nóng, áp suất khí trong bình là $p_2 = 2,5$ atm. Tính độ tăng nhiệt độ khí trong bình theo ^0C.

Hướng dẫn giải

Trạng thái 1: $p_1 = 1,5$ atm; $T_1 = 300$ K

Trạng thái 2: $p_2 = 2,5$ atm; $T_2 = ?$

Quá trình nung nóng đẳng tích.

Theo định luật Sáclơ ta có: $\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2} \Rightarrow T_2 = \frac{p_2T_1}{p_1} = \frac{2,5.300}{1,5} = 500K$

Độ tăng nhiệt độ khí trong bình:

$$\Delta T = T_2 - T_1 = 500 - 300 = 200K = 200^0C$$

Đáp số: $\Delta T = 200^0C$

Bài 46.6: Một bóng đèn dây tóc chứa khí trơ ở 27^0C và áp suất là 0,8 at. Khi đèn cháy sáng áp suất khí trong đèn là 1at và không làm vỡ bóng đèn. Tìm nhiệt độ khí trong đèn khi cháy sáng?

Giải

Trạng thái 1: $p_1 = 0,8$ at; $T_1 = 300$ K

Trạng thái 1: $p_2 = 1$ at; $T_2 = ?$ K

Vì thể tích khí không đổi nên

Theo định luật Sác – lơ : $\frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2} \Rightarrow T_2 = \frac{p_2 T_1}{p_1} = \frac{1.300}{0,8} = 375K$

Vậy $T_2 = 275\ K \Rightarrow t_2 = 102^0C$

Đáp số: $t_2 = 102^0C$

Bài 47 - PHƯƠNG TRÌNH TRẠNG THÁI CỦA KHÍ LÍ TƯỞNG ĐỊNH LUẬT GAY LUY-XÁC

A. HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI

Câu 47.1: Thiết lập phương trình trạng thái bằng cách thực hiện hai giai đoạn biến đổi

$$(1)\begin{cases} p_1 \\ V_1 \\ T_1 \end{cases} \rightarrow (2')\begin{cases} p'_2 \\ V_1 \\ T_2 \end{cases} \rightarrow (2)\begin{cases} p_2 \\ V_2 \\ T_2 \end{cases}$$

Trả lời

Quá trình từ (1) sang (2') là quá trình biến đổi đẳng tích.

Áp dụng định luật Sác – lơ : $\frac{p_1}{T_1} = \frac{p'_2}{T_2} \Rightarrow p'_2 = \frac{T_2 p_1}{T_1}$ (1)

Quá trình từ (2') sang (2) là quá trình biến đổi đẳng nhiệt.
Áp dụng định luật Bôi-lơ – Ma-ri-ốt.

$$p'_2 V_1 = p_2 V_2 \Rightarrow p'_2 = \frac{p_2 V_2}{V_1} \quad (2)$$

Từ (1) và (2) ta có phương trình trạng thái:

$$\frac{p_1 T_2}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{V_1} \Rightarrow \frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2}$$

Câu 47.2: Từ phương trình trạng thái $\frac{pV}{T} = const \Rightarrow \frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2}$

Hãy tìm lại định luật Bôi-lơ – Ma-ri-ốt và định luật Sác-lơ.

Trả lời

Từ phương trình trạng thái ta suy ra: $\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2}$

a. Trong quá trình đẳng nhiệt: $T = const \Rightarrow T_1 = T_2$
$\Rightarrow p_1 V_1 = p_2 V_2 \Rightarrow$ định luật Bôi-lơ – Ma-ri-ốt

b. Trong quá trình đẳng tích: $V = const \Rightarrow V_1 = V_2$
$\Rightarrow \frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2} \Rightarrow$ định luật Sác-lơ.

Câu 47.3: Hai phương trình trạng thái của hai lượng khí khác nhau thì có khác nhau không? Nếu có thì khác nhau ở chỗ nào?

Trả lời

Phương trình trạng thái: $pV = \frac{m}{\mu} RT$

Hai lượng khí khác nhau $m_1 \neq m_2$ cho dù cùng một loại khí ($\mu_1 = \mu_2 = \mu$) và ở cùng một nhiệt độ ($T_1 = T_2 = T$) thì phương trình trạng thái của hai lượng khí đó là: $p_1V_1 = \frac{m_1}{\mu}RT$

$$p_2V_2 = \frac{m_2}{\mu}RT \Rightarrow p_1V_1 \neq p_2V_2$$

$\Rightarrow$ Hai phương trình trạng thái của hai lượng khí khác nhau thì có sự khác nhau. Chúng khác nhau ở giá trị hằng số vì tích số pV phụ thuộc vào bản chất của từng loại khí. Mặt khác, hệ số tăng áp đẳng tích của các chất khí cũng có sự sai lệch khác nhau.

Câu 47.4: Viết phương trình biểu diễn định luật Bôi-lơ – Ma-ri-ốt với cùng một lượng khí nhưng ở hai nhiệt độ tuyệt đối khác nhau. Hai phương trình ấy có khác nhau không? Nếu có thì khác nhau ở chỗ nào?

Trả lời

Xét quá trình đẳng nhiệt ở nhiệt độ T_1

Theo định luật Bôi-lơ – Ma-ri-ốt ta có: $p_1V_1 = p_2V_2 = C_1$

Xét quá trình đẳng nhiệt ở nhiệt độ T_2

Theo định luật Bôi-lơ – Ma-ri-ốt ta có: $p_1V_1 = p_2V_2 = C_2$

Theo phương trình trạng thái: $\frac{pV}{T} = C \Rightarrow pV = C.T$

Như vậy $C_1 = C.T_1$ và $C_2 = C.T_2$

Với cùng một lượng khí thì hằng số C là như nhau. Nhưng ở các nhiệt độ tuyệt đối khác nhau thì C_1 và C_2 là khác nhau do đó hai phương trình trạng thái sẽ khác nhau ở giá trị hằng số C_1, C_2.

Câu 47.5: Từ phương trình $\frac{V}{T} = \frac{C}{P}$ = hằng số (1) suy ra phương trình $V = V_0(1 + \beta t)$ (2) và ngược lại.

Trả lời

- Chứng minh từ phương trình (1) suy ra phương trình (2):

Tại trạng thái 0^0C: V_0; $T_0 = 373$ K

Tại trạng thái t^0C: V; $T = 273 + t$

Quá trình biến đổi đẳng áp.

Áp dụng định luật Gay Luy – xác (phương trình (5))

$$\frac{V_0}{T_0} = \frac{V}{T} \Rightarrow V = \frac{V_0T}{T_0} = V_0\frac{T}{T_0} = V_0\frac{273+t}{273} = V_0(1 + \frac{1}{273}t)$$

Đặt $\beta = \frac{1}{273}$, ta sẽ thu được phương trình có dạng

$$V = V_0(1+\beta t) \qquad \text{(phương trình (6))}$$

- Chứng minh từ phương trình (2) suy ra phương trình (1):

Thể tích khí tại nhiệt độ t_1: $V_1 = V_0(1+\beta t_1)$

Thể tích khí tại nhiệt độ t_2: $V_2 = V_0(1+\beta t_2)$

Lập tỉ số ta có: $\frac{V_1}{V_2} = \frac{1+\beta t_1}{1+\beta t_2}$

Với $t_1 = T_1 - 273$ và $t_2 = T_2 - 273$

Ta có: $$\frac{V_1}{V_2} = \frac{1+\beta(T_1 - 273)}{1+\beta(T_2 - 273)} = \frac{1+\frac{1}{273}T_1 - 1}{1+\frac{1}{273}T_2 - 1} = \frac{T_1}{T_2}$$

Kết quả ta nhận được phương trình (1) có dạng:

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2} \Leftrightarrow \frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} \text{ hay } \frac{V}{T} = \text{hằng số}$$

Câu 47.6: Từ định luật Bôi-lơ – Ma-ri-ốt và định luật Gay-luy-xắc $V = V_0(1+\beta t)$ suy ra phương trình trạng thái của chất khí.

Trả lời

Gọi p_o và V_o là áp suất và thể tích khí ở nhiệt độ $t_o = 0^0C$ tức ở nhiệt độ $T_0 = 273K$.

Gọi p và V là áp suất và thể tích khí ở nhiệt độ t^0C tức ở nhiệt độ $T = (273 + t)K$.

Áp dụng định luật Bôi-lơ – Ma-ri-ốt $pV = p_0V_0$ (1)

Theo định luật Gay Luy-xác ta lại có nếu $p = p_0$ thì: $V = V_0(1+\beta t)$

$$\Rightarrow V = V_0[1+\frac{1}{273}(T - 273)] = \frac{V_0T}{273} \quad (2)$$

Từ (1) và (2) ta được: $pV = p\frac{V_0T}{273} \Rightarrow \frac{pV}{T} = \frac{pV_0}{273}$

Thay $p = p_0$; $T_0 = 273K$ ta thu được phương trình trạng thái của chất khí:

$$\frac{pV}{T} = \frac{p_0V_0}{T_0} = \text{hằng số}$$

B. HƯỚNG DẪN GIẢI BÀI TẬP

Bài 47.1: Đối với một lượng khí xác định, quá trình nào sau đây là đẳng áp?

A. Nhiệt độ không đổi, thể tích tăng.

B. Nhiệt độ không đổi, thể tích giảm.

C. Nhiệt độ tăng, thể tích tăng tỉ lệ thuận với nhiệt độ.

D. Nhiệt độ giảm, thể tích tăng tỉ lệ nghịch với nhiệt độ.

Đáp án: C

Bài 47.2: Nén 10 lít khí ở nhiệt độ 27^0C để cho thể tích của nó chỉ còn là 4 lít, vì nén nhanh khí bị nóng lên đến 60^0C. Hỏi áp suất của khí tăng lên bao thiêu lần?

Giải

Trạng thái 1: p_1; $V_1 = 10$ lít; $T_1 = 273 + 27 = 300$ K

Trạng thái 2: p_2; $V_2 = 4$ lít; $T_2 = 273 + 60 = 333$ K

Phương trình trạng thái: $\frac{p_1V_1}{T_1} = \frac{p_2V_2}{T_2} \Rightarrow \frac{p_2}{p_1} = \frac{V_1T_2}{T_1V_2}$

$$\Rightarrow \frac{p_2}{p_1} = \frac{10.333}{300.4} = 2,775 \Rightarrow p_2 = 2,775p_1$$

Vậy áp suất của khí tăng lên 2,775 lần so với áp suất ban đầu.

***Đáp số:* $p_2 = 2,775\ p_1$**

Bài 47.3: Một bình bằng thép dung tích 50 lít chứa khí hiđrô ở áp suất 5 MPa và nhiệt độ 37^0C. Dùng bình này bơm được bao nhiêu quả bóng bay, dung tích mỗi quả 10 lít, tới áp suất $1,05.10^5$ Pa. Nhiệt độ khí trong bóng bay là 12^0C.

Giải

Trạng thái 1: $p_1 = 5\ .\ 10^6$ Pa; $V_1 = 50$ lít; $T_1 = 273 + 37 = 310$ K

Trạng thái 2: $p_2 = 1,05\ .\ 10^5$ Pa; $V_2 = ?$; $T_2 = 273 + 12 = 285$ K

Thể tích khí trong điều kiện nhiệt độ và áp suất bơm bóng:

Phương trình trạng thái:

$$\frac{p_1V_1}{T_1} = \frac{p_2V_2}{T_2} \Rightarrow V_2 = \frac{p_1V_1T_2}{T_1p_2} = \frac{5.10^6.50.285}{310.1,05.10^5} \approx 2189(\text{lít})$$

Số quả bóng bay được bơm: $n = \frac{V_2}{10} = \frac{2189}{10} \approx 219$

***Đáp số:* 219 quả**

Bài 47.4: Một mol khí ở áp suất 2 atm và nhiệt độ 30^0C thì chiếm một thể tích là bao nhiêu?

Giải

Ở điều kiện chuẩn: 0^0C và 1 atm, một mol khí có thể tích 22,4 lít.

Trạng thái 1: $p_1 = 1$ atm; $V_1 = 22,4$ lít; $T_1 = 273$ K

Trạng thái 2: $p_2 = 2$ atm; $V_2 = ?$; $T_2 = 273 + 30 = 303$ K

Phương trình trạng thái:

$$\frac{p_1V_1}{T_1} = \frac{p_2V_2}{T_2} \Rightarrow V_2 = \frac{p_1V_1T_2}{T_1p_2} = \frac{1.22,4.303}{273.2} = 12,43(\text{lít})$$

Vậy một mol khí ở áp suất 2 atm và nhiệt độ 30^0C thì chiếm một thể tích là 12,43 lít

***Đáp số:* $V_2 = 12,43$ lít**

C. BÀI TẬP LUYỆN TẬP

Bài 47.5: Trong xi lanh của một động cơ đốt trong có 2 dm^3 hỗn hợp khí dưới áp suất 1 at và nhiệt độ 47^0C. Pit-tông nén xuống làm cho thể tích của hỗn hợp khí chỉ còn 0,2 dm^3 và áp suất tăng lên tới 15 at. Tính nhiệt độ của hỗn hợp khí nén.

Giải

Trạng thái 1: $p_1 = 1$ at; $V_1 = 2\ dm^3$; $T_1 = 320$ K.

Trạng thái 2: $p_2 = 15$ at; $V_2 = 0,2\ dm^3$; $T_2 = ?$.

Từ phương trình trạng thái của khí lí tưởng: $\frac{p_1V_1}{T_1} = \frac{p_2V_2}{T_2}$

Ta có: $T_2 = \frac{p_2V_2T_1}{p_1V_1} = \frac{15.0,2.320}{1.2} = 480K$

***Đáp số:* $T_2 = 480$ K**

Bài 47.6: Hỏi áp suất của hỗn hợp khí trong xi lanh một động cơ vào cuối thời kì nén là bao nhiêu? Biết trong quá trình nén, nhiệt độ tăng từ 50^0C đến 250^0C, thể tích giảm từ 0,75 lít xuống 0,12 lít, áp suất ban đầu là 8.10^4 N/m^2.

Hướng dẫn giải

Trạng thái ban đầu: $p_1 = 8.10^4$ N/m^2; $V_1 = 0,75$ l; $T_1 = 323$ K

Trạng thái cuối thời kì nén: p_2 = ?; $V_2 = 0,12$ l; $T_2 = 523$ K

Từ phương trình trạng thái của khí lí tưởng: $\frac{p_1V_1}{T_1} = \frac{p_2V_2}{T_2}$

Ta có: $p_2 = \frac{p_1V_1T_2}{T_1V_2} = \frac{8.10^4.0,75.523}{323.0,12} \approx 80,96N/m^2$

Đáp số: $p_2 = 80,96$ N/m^2

Bài 47.7: Tính khối lượng riêng của không khí ở đỉnh núi cao 3140 m. Biết rằng mỗi khi lên cao thêm 10 m thì áp suất khí quyển giảm 1 mmHg và nhiệt độ trên đỉnh núi là 2^0C. Khối lượng riêng của không khí ở điều kiện chuẩn (áp suất 760mmHg và nhiệt độ 0^0C là 1,29 kg/m^3.

Hướng dẫn giải

Phương trình trạng thái của khí lí tưởng: $\frac{p_1V_1}{T_1} = \frac{p_2V_2}{T_2}$

Gọi m là khối lượng của khối khí. $D_1 = \frac{m}{V_1} \Rightarrow V_1 = \frac{m}{D_1}$

$$D_2 = \frac{m}{V_2} \Rightarrow V_2 = \frac{m}{D_2}$$

Do đó: $\frac{p_1m}{T_1D_1} = \frac{p_2m}{T_2D_2} \Rightarrow D_2 = \frac{p_2T_1}{p_1T_2}D_1$

Trạng thái 1: $p_1 = 760$ mmHg; $T_1 = 273K$; $D_1 = 1,29kg/m^3$.

Trạng thái 2: $p_2 = 760 - 314 = 446$ mmHg; $T_2 = 275K$; D_2 = ?

$$D_2 = \frac{p_2T_1}{p_1T_2}D_1 = \frac{446.273}{760.275}1,29 = 0,75kg/m^3$$

Đáp số: $D_2 = 0,75$ kg/m^3

Bài 48 - PHƯƠNG TRÌNH CLA-PÊ-RÔN – MEN-ĐÊ-LÊ-ÉP

A. HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI

Câu 48.1: So sánh phương trình trạng thái và phương trình Cla-pê-rôn – Men-đê-lê-ép, phương trình sau có thêm nội dung gì so với phương trìnhtrước?

Trả lời

Phương trình trạng thái cho biết sự phụ thuộc lẫn nhau của ba tạmg đại lượng đặc trưng cho trạng thái cân bằng của một lượng khí đó là: áp suất, thể tích, nhiệt độ tuyệt đối.

Phương trình Cla-pê-rôn – Men-đê-lê-ép cho biết mối liên qiam của ba đại lượng áp suất, thể tích, nhiệt độ tuyệt đối của một lượngkhí với khối lượng (hoặc số mol) của lượng khí đó.

Phương trình Cla-pê-rôn – Men-đê-lê-ép được bổ sung thêm số mol vào hằng số ở vế phải của phương trình trạng thái.

$$pV = \nu RT = \frac{m}{\mu}RT$$

Câu 48.2: Từ phương trình Cla-pê-rôn – Men-đê-lê-ép suy ra rằng áp suất của một lượng khí tỉ lệ với khối lượng riêng của khí và tỉ lệ với nhiệt độ.

Trả lời

Khối lượng riêng của một khối khí: $\rho = \frac{m}{V} \Rightarrow m = \rho V$

Phương trình Cla-pê-rôn – Men-đê-lê-ép: $pV = \nu RT = \frac{m}{\mu}RT$

$$\Rightarrow pV = \frac{\rho V}{\mu}RT \Leftrightarrow p = \frac{\rho}{\mu}RT$$

Vậy áp suất của một lượng khí tỉ lệ với khối lượng riêng của khí và tỉ lệ với nhiệt độ.

B. HƯỚNG DẪN GIẢI BÀI TẬP

Bài 48.1: Hằng số chung R của các khí có giá trị bằng:

A. Tích của áp suất và thể tích của một mol khí ở 0^0C.

B. Tích của áp suất và thể tích chia cho số mol ở 0^0C.

C. Tích của áp suất và thể tích của một mol khí ở nhiệt độ bất kì chia cho nhiệt độ đó.

D. Tích của áp suất và thể tích của một mol khí ở nhiệt độ bất kì.

Đáp án: C

Bài 48.2: Một bình chứa khí ôxi có dung tích 10 lít, áp suất 250 kPa và nhiệt độ 27^0C. Tính khối lượng ôxi trong bình.

Giải

$V = 10$ lít $= 0,01\ m^3/mol$, $p = 250\ kPa = 250.10^3\ Pa$, $T = (273 + 27) = 300\ K$

Khối lượng khí ôxi trong bình:

Phương trình Cla-pê-rôn – Men-đê-lê-ép: $pV = \frac{m}{\mu}RT \Rightarrow m = \frac{pV\mu}{RT}$

$$\Rightarrow m = \frac{250.10^3.0,01.32}{8,31.300} = 32,1\ g$$

Đáp số: m = 32,1 g

Bài 48.3: Khí chứa trong một bình dung tích 3 lít, áp suất 200 kPa và nhiệt độ 16^0C có khối lượng 11 g. Tính khối lượng mol của khí ấy.

Giải

$V = 3$ lít $= 3.10^{-3}\ m^3/mol$, $p = 200\ kPa = 200.10^3\ Pa$, $T = (273 + 16)K$

Phương trình Cla-pê-rôn – Men-đê-lê-ép: $pV = \frac{m}{\mu}RT \Rightarrow \mu = \frac{mRT}{pV}$

Khối lượng mol của khí: $\Rightarrow \mu = \frac{11.8,31.(273+16)}{200.10^3.3.10^{-3}} = 44g/mol$

Đáp số: μ = 44 g/mol

Bài 48.4: Một bình dung tích 5 lít chứa 7 g nitơ ở nhiệt độ 2^0C. Tính áp suất khí trong bình.

Giải

$$V = 5 \text{ lít} = 5.10^{-3} \text{ m}^3,\ m = 7 \text{ g},\ T = (273+2) = 275 \text{ K}$$

Phương trình Cla-pê-rôn – Men-đê-lê-ép: $pV = \frac{m}{\mu}RT \Rightarrow p = \frac{mRT}{\mu V}$

Áp suất khí trong bình: $\Rightarrow p = \frac{7.8,31.275}{28.0,005} = 114,3\text{Pa}$

Đáp số: p = 114,3 Pa

C. BÀI TẬP LUYỆN TẬP

Bài 48.4: Một bình chứa có thể tích 2 lít chứa 10 g khí ôxi ở nhiệt độ 27^0C Tính áp suất khí trong bình.

Hướng dẫn giải

$$V = 2 \text{ lít} = 2.10^{-3} \text{ m}^3/\text{mol},\ m = 10 \text{ g},\ T = (273 + 27) = 300 \text{ K}$$

Phương trình Cla-pê-rôn – Men-đê-lê-ép: $pV = \frac{m}{\mu}RT \Rightarrow p = \frac{mRT}{\mu V}$

Áp suất khí trong bình: $\Rightarrow p = \frac{10.8,31.300}{32.0,002} \approx 389531\text{Pa} \approx 390\text{kPa}$

Đáp số: p = 390 kPa

Bài 48.5: Một bình chứa khí ở nhiệt độ phòng 27^0C và áp suất 2 atm. Hỏi khi một nửa lượng khí thoát ra ngoài thì áp suất của khí còn lại trong bình là bao nhiêu? Biết khi đó nhiệt độ của bình là 12^0C.

Hướng dẫn giải

Khi khí chưa thoát ra ngoài:

Phương trình Cla-pê-rôn – Men-đê-lê-ép: $p_1V_1 = \frac{m_1}{\mu}RT_1$

Khi một nửa lượng khí thoát ra bên ngoài: $p_2V_2 = \frac{m_2}{\mu}RT_2$

Ta có $V_2 = V_1$ và $m_2 = \frac{m_1}{2}$. Nên: $p_2V_1 = \frac{m_1}{2\mu}RT_2$

Suy ra: $p_2 = \frac{p_1T_2}{2T_1} = \frac{2.285}{2.300} = 0,95 \text{ atm}$

Đáp số: p_2 = 0,95 atm

Bài 49 - BÀI TẬP VỀ CHẤT KHÍ

A. HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI

Câu 49.1: Khi làm nóng đẳng tích một lượng khí lí tưởng, tỉ số nào sau đây không đổi:

A. $\frac{n}{p}$ B. $\frac{n}{T}$

C. $\frac{p}{T}$ D. Cả ba tỉ số đều biến đổi.

(n là số phân tử trong đơn vị thể tích).

Đáp án: C

Câu 49.2: Hai bình chứa khí lí tưởng ở cùng nhiệt độ. Bình B có dung tích gấp đôi bình A. Có số phân tử bằng nửa số phân tử trong bình A. Mỗi phân tử khí trong bình B có khối lượng gấp đôi khối lượng mỗi phân tử trong bình A. Áp suất khí trong bình B so với áp suất khí trong bình A thì:

A. Bằng nhau. B. Bằng một nửa.

C. Bằng $\frac{1}{4}$. D. Gấp đôi.

Đáp án: B

Câu 49.3: Hai phòng kín có thể tích bằng nhau, thông với nhau bằng một cửa mở. Nhiệt độ không khí trong hai phòng khác nhau, thì số phân tử trong mỗi phòng so với nhau:

A. Bằng nhau.

B. Phòng nóng chứa nhiều phân tử hơn.

C. Phòng lạnh chứa nhiều phân tử hơn.

D. Tùy theo kích thước của cửa.

Đáp án: C

Câu 49.4: So sánh phương trình trạng thái $\frac{pV}{T} = \text{const}$ (1) và phương trình Cla-pê-rôn – Men-đê-lê-ép $pV = \frac{m}{\mu}RT$ (2) thì:

A. (1) và (2) hoàn toàn khác nhau.

B. (1) và (2) hoàn toàn tương đương.

C. (1) chứa nhiều thông tin hơn (2).

D. (2) chứa nhiều thông tin hơn (1).

Đáp án: D

B. BÀI TẬP LUYỆN TẬP

Bài 49.1: Trong xi lanh của một động cơ đốt trong có 2 dm^3 hỗn hợp khí dưới áp suất 1 at và nhiệt độ 47^{0}C. Pit-tông nén xuống làm cho thể tích của hỗn hợp khí chỉ còn 0,2 dm^3 và áp suất tăng lên tới 15 at. Tính nhiệt độ của hỗn hợp khí nén.

Hướng dẫn giải

Trạng thái 1: $p_1 = 1$ at; $V_1 = 2$ dm^3; $T_1 = 320$ K.

Trạng thái 2: $p_2 = 15$ at; $V_2 = 0,2$ dm^3; $T_2 = ?$.

Từ phương trình trạng thái của khí lí tưởng:

$$\frac{p_1V_1}{T_1} = \frac{p_2V_2}{T_2}$$

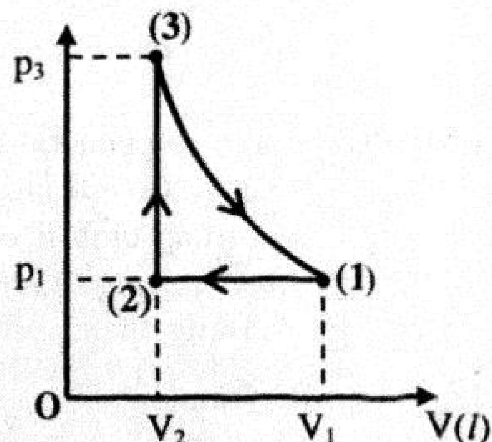
Ta có: $T_2 = \frac{p_2V_2T_1}{p_1V_1} = \frac{15.0,2.320}{1.2} = 480\text{K}$

Đáp số: 480 K

Bài 49.2: Cho đồ thị biến đổi của khí trong một chu trình được diễn tả trên hình 49.1.

a. Hãy xác định các quá trình biến đổi.

b. Hãy vẽ lại đồ thị trong hệ trục p-T và V-T.



Hình 49.1

Hướng dẫn giải

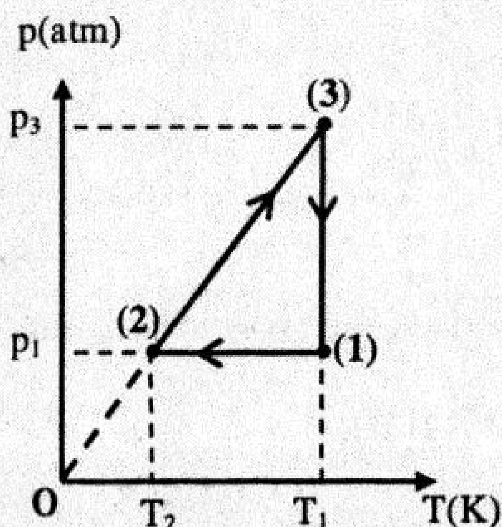
a. Dựa trên đồ thị ta xác định được các quá trình biến đổi trong chu trình là:

+ Quá trình từ (1) sang (2): nén đẳng áp, $T_2 < T_1$

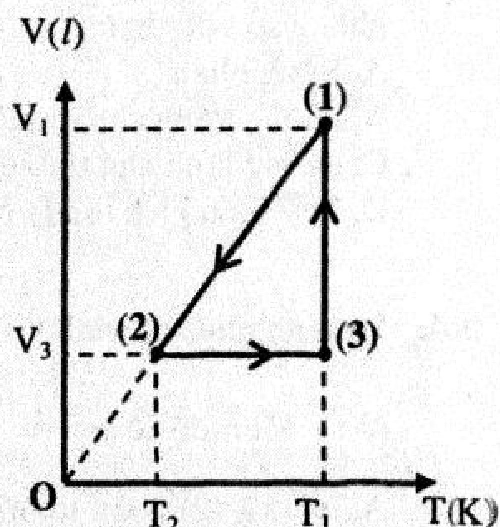
+ Quá trình từ (2) sang (3): đẳng tích, $p_3 > p_2$, $T_3 > T_2$

+ Quá trình từ (3) sang (1): dãn đẳng nhiệt

b) Các đồ thị tương ứng hình 49.1a và 49.1b



Hình 49.1a



Hình 49.1b

CHƯƠNG VII
CHẤT RẮN - CHẤT LỎNG VÀ SỰ CHUYỂN THỂ

Bài 50 - CHẤT RẮN

A. HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI

Câu 50.1: Nêu đặc trưng của cấu trúc vật rắn kết tinh.

Trả lời

- Đặc trưng bề ngoài: có dạng hình học xác định.
- Đặc trưng bên trong: Có cấu trúc mạng tinh thể.
- Có tính trật tự xa.

Câu 50.2: Mô tả chuyển động nhiệt ở chất rắn kết tinh.

Trả lời

Trong chất rắn kết tinh, chuyển động nhiệt là dao động của các hạt (nguyên tử hay phân tử) quanh vị trí cân bằng được xác định trong mạng tinh thể.

Câu 50.3: So sánh cấu trúc của vật rắn vô định hình với cấu trúc vật rắn kết tinh.

Trả lời

Chất rắn		
Chất rắn kết tinh		*Chất rắn vô định hình*
+ Có cấu tạo tinh thể. + Có tính trật tự xa + Có nhiệt độ nóng chảy xác định		+ Không có cấu tạo tinh thể. + Có tính trật tự gần + Không có nhiệt độ nóng chảy xác định.
Chất đơn tinh thể	Chất đa tinh thể	
Có tính dị hướng.	Có tính đẳng hướng	Có tính đẳng hướng.

Câu 50.4: Mô tả chuyển động nhiệt ở vật rắn vô định hình.

Trả lời

Chuyển động nhiệt ở chất rắn vô định hình là dao động của các hạt quanh vị trí cân bằng tạm thời.

Câu 50.5: Tính dị hướng là gì? Hãy cho biết nguyên nhân của tính dị hướng ở vật rắn kết tinh.

Trả lời

- Tính chất vật lí theo các hướng khác nhau thì không giống nhau. Tính chất này gọi là tính dị hướng.
- Nguyên nhân: bắt nguồn từ sự dị hướng của cấu trúc mạng tinh thể.

Câu 50.6: Tại sao tính dị hướng lại không thể hiện ở vật rắn đa tinh thể?

Trả lời

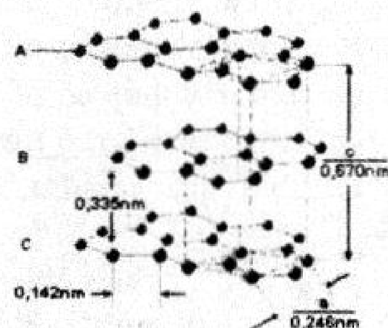
Tính dị hướng không thể hiện ở vật rắn đa tinh thể vì trong vật rắn đa tinh thể, các tinh thể con tạo thành vật được gắn kết với nhau một cách hỗn độn, nên tính dị hướng của mỗi tinh thể con sẽ bù trừ lẫn nhau làm cho toàn vật trở nên có tính đẳng hướng.

B. CÂU HỎI VÀ BÀI TẬP LUYỆN TẬP

Bài 50.1: Thế nào là tính dị hướng. Giải thích tính dị hướng của than chì.

Trả lời

- Tính chất vật lí theo các hướng khác nhau thì không giống nhau. Tính chất này gọi là tính dị hướng.
- Đối với tinh thể than chì, các hạt các bon được sắp xếp thành các mạng phẳng song song. Do đó tách than chì theo các lớp của mạng phẳng thì dễ dàng hơn nhiều so với tách than chì theo các hướng khác.



Hình 50.1

Bài 50.2: Thế nào là tính đẳng hướng. Chất nào có tính đẳng hướng, cho ví dụ.

Trả lời

- Những tính chất vật lí đều giống nhau theo mọi hướng trong tinh thể thì được gọi là tính đẳng hướng.
- Chất rắn đa tinh thể và chất rắn vô định hình có tính đẳng hướng. Ví dụ: kim loại sắt, đồng, thủy tinh, nhựa đường.

Bài 50.3: Kích thước các tinh thể phụ thuộc điều kiện gì?

Trả lời

Kích thước tinh thể tùy thuộc vào quá trình hình thành tinh thể diễn biến nhanh hay chậm. Tốc độ kết tinh càng nhỏ, tinh thể có kích thước càng lớn.

Bài 51 - BIẾN DẠNG CƠ CỦA VẬT RẮN

A. HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI

Câu 51.1: Hãy nêu một số ví dụ về các biến dạng: kéo, nén, lệch, uốn, xoắn.

Trả lời

- Biến dạng kéo: kéo dãn sợi dây kim loại, dây cao su.
- Biến dạng nén: đặt vật nặng lên mặt bàn, mặt bàn bị biến dạng nén.
- Biến dạng lệch: xô ngang cái mành mành treo cửa.
- Biến dạng uốn: uốn cong một thanh sắt.
- Biến dạng xoắn: sợi dây đồng bị xoắn.

Câu 51.2: Có một lò xo bằng thép, kéo dãn lò xo đó và quan sát xem các đoạn nhỏ của lò xo chịu biến dạng gì?

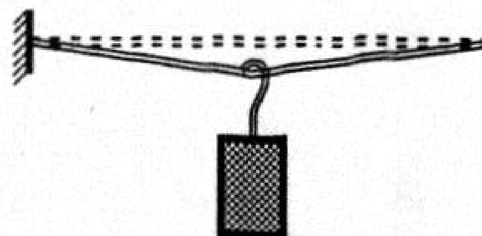
Trả lời

Các đoạn nhỏ của lò xo khi lò xo bị kéo dãn chịu biến dạng xoắn.

Câu 51.3: Xem hình 51.1, hãy cho biết biến dạng của đoạn dây phơi ngay ở chỗ cái mắc áo móc vào là biến dạng gì?

Trả lời

Biến dạng của đoạn dây phơi ngay chỗ cái mắc áo móc vào là biến dạng uốn.



Hình 51.1

B. HƯỚNG DẪN GIẢI BÀI TẬP

Bài 51.1: Sợi dây thép nào dưới đây chịu *biến dạng dẻo* khi ta treo vào nó một vật nặng có khối lượng 5 kg (lấy $g = 10\ m/s^2$)

A. Sợi dây thép có tiết diện $0,05\ mm^2$.

B. Sợi dây thép có tiết diện $0,10\ mm^2$.

C. Sợi dây thép có tiết diện $0,20\ mm^2$.

D. Sợi dây thép có tiết diện $0,25\ mm^2$.

Cho biết giới hạn đàn hồi và giới hạn bền của thép là 344.10^6 Pa và 600.10^6 Pa

Giải

Dây thép chịu lực kéo bằng trọng lượng của vật treo vào nó. Do đó tiết diện giới hạn của dây để thỏa điều kiện giới hạn đàn hồi là:

$$S_{max} = \frac{P}{\sigma} = \frac{mg}{\sigma} = \frac{5.10}{344.10^6} = 1,45.10^{-7}\ m^2 = 0,145\ mm^2.$$

Tương tự, tiết diện giới hạn của dây để thỏa điều kiện giới hạn bền là:

$$S_{min} = \frac{5.10}{600.10^6} = 8,33.10^{-8}\ m^2 = 0,08\ mm^2$$

Sợi dây thép chịu *biến dạng dẻo* là sợi dây có tiết diện S nằm trong khoảng gơi hạn bền và giới hạn đàn hồi.

$$0,08\ mm^2 < S < 0,145\ mm^2$$

$\Rightarrow$ Dây thép có tiết diện 0,10 mm^2.

Đáp án: B

Bài 51.2: Một sợi dây kim loại dài 1,8 m có đường kính 0,8 mm. Người ta dùng nó để treo một vật nặng. Vật này tạo nên một lực kéo dây bằng 25 N và làm dây dài thêm một đoạn bằng 1 mm. Xác định môđun Y-âng của kim loại đó?

Giải

Tiết diện ngang của dây: $S = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{3,14.0,8^2.10^{-6}}{4} \approx 0,5.10^{-6}\ m^2$

Mô đun Y-âng của kim loại: $F = E\frac{S}{l_0}\Delta l \Rightarrow E = \frac{Fl_0}{S\Delta l}$

$$\Rightarrow E = \frac{25.1,8}{0,5.10^{-6}.1.10^{-3}} = 9.10^{10}\ Pa$$

Đáp số: $E = 9.10^{10}$ Pa

Bài 51.3: Một thanh trụ đường kính 5 cm làm bằng nhôn có môđun Y-âng là $E = 7.10^{10}$ Pa. Thanh này đặt thẳng đứng trên một đế rất chắc chắn để chống đỡ một mái hiên. Mái hiên tạo một lực nén thanh là 3450 N. Hỏi độ biến dạng tỉ đối của thanh $\left(\frac{\Delta l}{l_0}\right)$ là bao nhiêu?

Giải

Tiết diện ngang của thanh trụ: $S = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{3,14.5^2.10^{-4}}{4} \approx 19,6.10^{-4}\ m^2$

Độ biến dạng tỉ đối của thanh:

$$\frac{F}{S} = E\frac{\Delta l}{l_0} \Rightarrow \frac{\Delta l}{l_0} = \frac{F}{S.E} = \frac{3450}{19,6.10^{-4}.7.10^{10}} = 25,1.10^{-6} = 25,1.\ 10^{-4}\ \%$$

Đáp số: $\left(\frac{\Delta l}{l_0}\right) = 25,1.10^{-4}\%$

C. BÀI TẬP LUYỆN TẬP

Bài 51.4: Một sợi dây thép đường kính 1,5 mm có độ dài ban đầu là 5,2 m. Tính hệ số đàn hồi của sợi dây thép, biết suất đàn hồi của thép là $E = 2.10^{11}$ Pa.

Hướng dẫn giải

Hệ số đàn hồi của sợi dây: $F_{dh} = E\frac{S}{l_0}\Delta l = k\Delta l$

$$\Rightarrow k = E\frac{S}{l_0} = \frac{E\pi d^2}{4l_0} = \frac{2.10^{11}.3,14.1,5^2.10^{-6}}{4.5,2} = 0,68.10^5 (N/m)$$

Đáp số: $k = 0,68.10^5$ N/m

Bài 51.5: Một dây đồng thau có đường kính 5 mm. Tính lực kéo làm dây dãn 1% chiều dài của dây biết suất đàn hồi của đồng thau là 9.10^{10} Pa?

Hướng dẫn giải

Độ dãn tương đối của dây: $\frac{\Delta l}{l_0} = 1\% = 0,01$

Lực kéo dây:

$$F_{dh} = E\frac{S}{l_0}\Delta l = E.\frac{\pi d^2}{4}\frac{\Delta l}{l_0} = 9.10^{10}.\frac{3,14.5^2.10^{-6}}{4}.0.01 \approx 177.10^2 N$$

Đáp số: $F_{dh} = 177.10^2$ ***N***

Bài 52 - SỰ NỞ VÌ NHIỆT CỦA VẬT RẮN

A. HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI

Câu 52.1: Tại sao người ta lại đốt nóng vành sắt trước khi lắp nó vào bánh xe bò bằng gỗ?

Trả lời

Người ta đốt nóng vành sắt trước khi lắp nó vào bánh xe bò là để vành sắt được nở rộng ra, dễ tiến hành lắp. Khi nguội, vành sắt sẽ co lại và sẽ gắn chặt vào bánh xe bò bằng gỗ.

Câu 52.2: Cho một tấm kim loại hình chữ nhật, ở giữa bị đục thủng một lỗ tròn. Khi nung nóng tấm kim loại này thì lỗ tròn có bé đi không?

Trả lời

Khi nung nóng tấm kim loại thì lỗ tròn không bé đi vì tấm kim loại sẽ dãn nở đều.

D. HƯỚNG DẪN GIẢI BÀI TẬP

Bài 52.1: Một thanh ray đường sắt dài 10 m ở nhiệt độ 20^0C. Phải để một khe hở là bao nhiêu giữa hai đầu thanh ray để nếu nhiệt độ ngoài trời tăng lên đến 50^0C thì vẫn đủ chỗ cho thanh dãn ra?

Giải

Khoảng hở của đầu thanh phải thỏa điều kiện:

$x \geq \Delta l$ (Δl: độ nở vì nhiệt tới 50^0C)

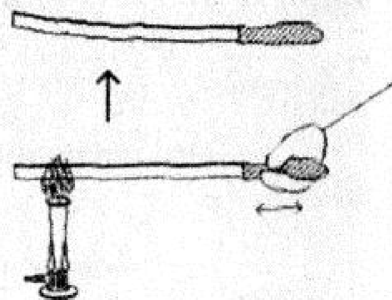
Ta có: $\frac{l_2}{l_1} = \frac{1+\alpha t_2}{1+\alpha t_1} = 1 + \alpha(t_2 - t_1)$

$$\Rightarrow \Delta l = l_2 - l_1 = l_1\alpha(t_2 - t_1) = 10.11,4.10^{-6}.(50-20) = 3,42.10^{-3} m$$

Vậy khe hở phải có độ rộng tối thiểu là 3,42 mm.

Đáp số: $x \geq 3,42$ ***mm***

Bài 52.2: Một băng kép được chế tạo từ một bản bằng thép và một bản bằng hợp kim có độ dài ban đầu bằng nhau. Hỏi khi đốt nóng lên thì băng kép uốn cong về phía nào? Cho biết hệ số nở dài của thép là $\alpha_1 = 11.10^{-6} K^{-1}$ còn của hợp kim là $\alpha_2 = 25.10^{-6} K^{-1}$.



Hình 52.1

Giải

Độ nở dài được tính bằng công thức: $\Delta l = \alpha l_0 t$

Do vậy độ nở dài tỉ lệ với hệ số nở dài.

Hệ số nở dài của hợp kim lớn hơn hệ số nở dài của thép do vậy độ nở dài của hợp kim cũng lớn hơn độ nở dài của thép ở cùng nhiệt độ.

Khi bị nung nóng, băng kép sẽ bị uốn cong về phía bản bằng thép.

Đáp số: về phía bản bằng tiép

Bài 52.3: Một ấm nhôm có dung tích 2 lít ở 20^0C. Chiếc ấm đó có dung tích là bao nhiêu khi nó ở 80^0C?

Giải

Dung tích của ấm ở nhiệt độ 80^0C là:

$$V = V_0(1+\beta t) \Rightarrow V = 2(1+3.24,5.10^{-6}.60) = 2,009 \text{lít}$$

Đáp số: V = 2,009 lít

C. BÀI TẬP LUYỆN TẬP

Bài 52.4: Khối lượng riêng của thủy ngân ở 0^0C là $D_0 = 1,36.10^4$ kg/m^3. Hệ số nở khối của thủy ngân là $1,82.10^{-4}$ K^{-1}. Tính khối lượng riêng của thủy ngân ở 50^0C.

Hướng dẫn giải

Thể tích thủy ngân ở 50^0C là: $V = V_0(1+\beta t)$

Ta có: $$D_0 = \frac{m}{V_0} \Rightarrow V_0 = \frac{m}{D_0}$$

$$D = \frac{m}{V} \Rightarrow V = \frac{m}{D}$$

Suy ra $$\frac{m}{D} = \frac{m}{D_0}(1+\beta t) \Rightarrow D = \frac{D_0}{1+\beta t} = \frac{1,36.10^4}{1+1,82.10^{-4}.50} \approx 1,348.10^4 \text{kg/m}^3$$

Đáp số: D = 1,348.10^4 kg/m^3

Bài 52.5: Một khung cửa sổ bằng nhôm có kích thước chính xác 1,2 x 1,5 m ở nhiệt độ 25^0C. Diện tích của nó tăng lên bao nhiêu khi nhiệt độ là 40^0C. Biết hệ số nở dài của nhôm là $24,5.10^{-6}$ K^{-1}.

Hướng dẫn giải

Ta có diện tích: $S = a.b$

Với
$$a = a_0(1+\alpha\Delta t)$$
$$b = b_0(1+\alpha\Delta t)$$

vậy
$$S_0 = a_0b_0 = 1,2\,.\,1,5 = 1,8 \text{ m}^2$$
$$S = a_0b_0(1+\alpha\Delta t)^2 \approx S_0(1+2\alpha\Delta t)$$

Suy ra $S = 1,2.1,5.\left(1+2.24,5.10^{-6}.(40-25)\right) \approx 1,8013 \text{m}^2$

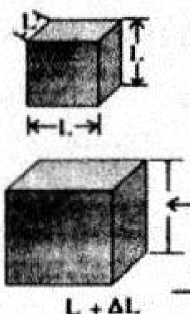
Phần diện tích tăng lên là: $\Delta S = S - S_0 = 1,8013 - 1,8 = 0,0013\text{m}^2 = 13\text{cm}^2$

Đáp số: ΔS = 13 cm^2

Bài 52.6: Hãy chứng minh độ tăng thể tích ΔV của một vật rắn hình khối lập phương đồng chất đẳng hướng khi bị nung nóng từ 0^0C đến t^0C được xác định bởi công thức:

$$\Delta V = V - V_0 \approx \beta V_0 t$$

với V_0 là thể tích của vật rắn ở 0^0C. V là thể tích của vật rắn ở t^0C, $\beta = 3\alpha$ (α là hệ số nở dài).



Hình 52.2

Giải

Thể tích khối lập phương ở 0^0C là: $V_0 = L_0^3$

Vì chiều dài mỗi cạnh ở t^0C thay đổi nên chiều dài thanh mỗi cạnh là:

$$L = L_0 + \Delta L$$

Thể tích khối lập phương ở t^0C là: $V = L^3 = (L_0 + \Delta L)^3$

Ta lại có $$\Delta L = L_0\alpha(t_2 - t_1) = L_0\alpha\Delta t$$

$$\Rightarrow V = (L_0 + L_0\alpha\Delta t)^3 = L_0^3(1 + \alpha\Delta t)^3$$

$$\Rightarrow V = L_0^3\{1 + \alpha^3\Delta t^3 + 3\alpha\Delta t + 3\alpha^2\Delta t^2\}$$

Vì α có giá trị nhỏ, khoảng 10^{-5}, 10^{-6} nên ta có thể viết biểu thức gần đúng sau: $V = L_0^3(1 + 3\alpha\Delta t)$

Vậy $\Delta V = V - V_0 = L_0^3(1 + 3\alpha\Delta t) - L_0^3 = L_0^3.3\alpha\Delta t = V_0.\beta.(t_2 - t_1) = V_0\beta t$

Bài 53 - CHẤT LỎNG
HIỆN TƯỢNG CĂNG BỀ MẶT CỦA CHẤT LỎNG

A. HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI

Câu 53.1: Hãy nêu lên hai đặc trưng của cấu trúc chất lỏng.

Trả lời

Mật độ phân tử ở chất lỏng lớn gấp nhiều lần mật độ phân tử ở chất khí và gần bằng mật độ phân tử trong chất rắn.

Chất lỏng có cấu trúc trật tự gần.

Câu 53.2: Mô tả chuyển động nhiệt ở chất lỏng.

Trả lời

Các phân tử của khối chất lỏng dao động hỗn loạn xung quanh vị trí cân bằng tạm thời và vị trí cân bằng này thỉnh thoảng dịch chuyển. Chuyển động nhiệt ở chất lỏng tương tự như ở chất rắn vô định hình, song ở chất lỏng, thời gian cư trú của vị trí cân bằng ở một chỗ ngắn hơn rất nhiều.

Câu 53.3: Hãy cho biết hướng và độ lớn của lực căng mặt ngoài.

Hướng dẫn trả lời

Lực căng mặt ngoài đặt lên đường giới hạn của mặt ngoài và vuông góc với nó, có phương tiếp tuyến với mặt ngoài của khối lỏng và có chiều sao cho lực có tác dụng thu nhỏ diện tích mặt ngoài của khối lỏng.

Độ lớn lực căng mặt ngoài F tỉ lệ với độ dài l của đường giới hạn mặt ngoài của khối lỏng: $F = \sigma l$

Trong đó σ là hệ số căng mặt ngoài.

B. HƯỚNG DẪN GIẢI BÀI TẬP

Bài 53.1: Một cọng rơm dài 8,0 cm nổi trên mặt nước. Người ta nhỏ dung dịch xà phòng xuống một bên mặt nước của cọng rơm và giả sử nước xà phòng chỉ lan ra ở một bên mà thôi. Hỏi cọng rơm chuyển động về phía nào? Tại sao? Lực tác dụng vào cọng rơm là bao nhiêu?

Giải

Cọng rơm chuyển động về phía bên mặt nước nhỏ dung dịch xà phòng. Vì mặt thoáng của dung dịch xà phòng có xu hướng thu nhỏ diện tích sau khi đã bị lan rộng ra.

Lực tác dụng vào cọng rơm: $F = \sigma l = 40.10^{-3}.8.10^{-2} = 3,2.10^{-3}$ N/m

Đáp số: $F = 3,210^{-3}$ ***N/m***

Bài 53.2: Để xác định hệ số căng mặt ngoài của nước người ta dùng một ống nhỏ giọt mà đầu dưới của ống có đường kính trong 2 mm. Khối lượng của 40 giọt nước nhỏ xuống là 1,9 g. Hãy tính hệ số căng mặt ngoài của nước nếu coi trọng lượng của mỗi giọt nước rơi xuống vừa đúng bằng lực căng mặt ngoài đặt lên vòng tròn trong ở đầu dưới của ống nhỏ giọt.

Giải

Chu vi đầu dưới của ống nhỏ giọt: $l = \pi d = 3,14.2.10^{-3} = 6,28.10^{-3}$ m

Khối lượng của một giọt nước là: $m = \frac{1,9}{40} = 0,0475$g

Trọng lượng của một giọt nước là: $P = m.g = 0,0475.10^{-3}.9,8 = 0,4655.10^{-3}$ N

Hệ số căng mặt ngoài của nước:

$$F = P = \sigma.l \Rightarrow \sigma = \frac{P}{l} = \frac{0,4655.10^{-3}}{6,28.10^{-3}} = 0,074\ N/m$$

Vậy hệ số căng mặt ngoài của nước là: $\sigma = 74.10^{-3}$ N/m

Đáp số: $\boldsymbol{\sigma = 74.10^{-3}}$ ***N/m***

C. BÀI TẬP LUYỆN TẬP

Bài 53.3: Một giọt thủy ngân chảy ra từ một ống nhỏ giọt thẳng đứng có đường kính 5 mm. Tìm trọng lượng của giọt thủy ngân biết hệ số căng mặt ngoài của thủy ngân bằng 0,47 N/m. Coi trọng lượng của mỗi giọt thủy ngân rơi xuống vừa đúng bằng lực căng mặt ngoài đặt lên vòng tròn trong ở đầu dưới của ống nhỏ giọt.

Hướng dẫn giải

Chu vi đầu dưới của ống: $l = \pi d = 3,14.5.10^{-3} = 15,7.10^{-3}$ m

Trọng lượng của một giọt nước là:

$$P = F = \sigma.l = 0,47.15,7.10^{-3} = 7,379.10^{-3} N$$

Đáp số: $\boldsymbol{P = 7,379.10^{-3}}$ ***N***

Bài 53.4: Một vòng dây hình vuông cạnh a = 10 cm, khối lượng m = 2,5 g được nhúng chìm nằm ngang trong một chậu đựng dầu. Biết hệ số căng mặt ngoài của dầu $\sigma = 18.10^{-3}$ N/m. Tính lực tối thiểu cần để kéo khung khỏi chậu dầu.

Hướng dẫn giải

Chu vi của vòng dây là: C = 4a = 4 .10 = 40 cm = 0,4 m

Lực tối thiểu cần để kéo khung khỏi chậu dầu bằng tổng trọng lượng của khung và sức căng mặt ngoài tác dụng lên khung. Do đó:

$$F_{min} = P + F_{căng} = m.g + 2.\sigma.C$$

$$\Rightarrow F_{min} = 2,5\ .10^{-3}\ .\ 10 + 2.\ 18.10^{-3}\ .\ 0,4 = 0,0394\ N = 39,4\ mN$$

Đáp số: $\boldsymbol{F_{min} = 39,4}$ ***mN***

Bài 54 – HIỆN TƯỢNG DÍNH ƯỚT VÀ KHÔNG DÍNH ƯỚT HIỆN TƯỢNG MAO DẪN

A. HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI

Câu 54.1: Khi nào thì chất lỏng dính ướt chất rắn và khi nào thì không dính ướt chất rắn?

Trả lời

Chất lỏng dính ướt chất rắn khi lực hút giữa các phân tử chất rắn với các phân tử chất lỏng mạnh hơn lực hút giữa các phân tử chất lỏng với nhau.

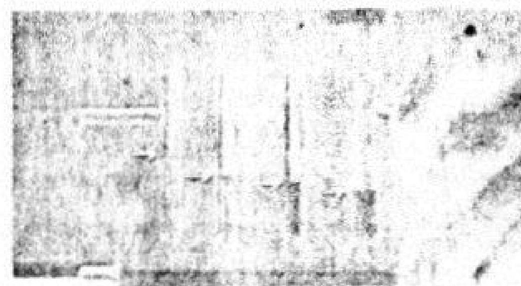
Chất lỏng không dính ướt chất rắn khi lực hút giữa các phân tử chất lỏng lớn hơn lực hút giữa các phân tử chất lỏng với các phân tử chất rắn.

Câu 54.2: Thế nào là hiện tượng mao dẫn và khi nào xảy ra hiện tượng mao dẫn rõ rệt?

Trả lời

Hiện tượng mao dẫn là hiện tượng mực chất lỏng trong ống mao dẫn dâng lên hay tụt xuống so với mực chất lỏng ở bình rộng mà ống mao dẫn nhúng vào hình 54.1.

Hiện tượng mao dẫn xảy ra rõ rệt khi bán kính trong của các ống mao dẫn rất nhỏ và toàn bộ mặt ngoài bị cong rõ rệt.



Hình 54.1

Câu 54.3: Nếu chỉ có lực căng mặt ngoài thôi thì có xảy ra hiện tượng mao dẫn không?

Trả lời

Hiện tượng mao dẫn xảy ra khi có sự dính ướt (hay không dính ướt) và lực căng mặt ngoài. Nếu chỉ có lực căng mặt ngoài thì không xảy ra hiện tượng mao dẫn.

B. HƯỚNG DẪN GIẢI BÀI TẬP

Bài 54.1: Trường hợp nào mực chất lỏng dâng lên *ít nhất* trong ống mao dẫn thủy tinh khi:

A. Nhúng nó vào nước ($\rho_1 = 1\,000$ kg.m^3; $\sigma_1 = 0{,}072$ N/m).

B. Nhúng nó vào xăng ($\rho_2 = 700$ kg.m^3; $\sigma_2 = 0{,}029$ N/m).

C. Nhúng nó vào rượu ($\rho_3 = 790$ kg.m^3; $\sigma_3 = 0{,}022$ N/m).

D. Nhúng nó vào ête ($\rho_4 = 710$ kg.m^3; $\sigma_4 = 0{,}017$ N/m).

Giải

Độ dâng lên (hoặc tụt xuống) của mức chất lỏng trong ống mao dẫn so với mặt thoáng bên ngoài ống được xác định theo công thức:

$$h = \frac{4\sigma}{\rho g d}$$

Mực chất lỏng dâng lên trong ống ít nhất là ứng với chất lỏng nào có tỉ số $\frac{\sigma}{\rho}$ là nhỏ nhất. Từ đó ta thấy tỉ số $\frac{\sigma_4}{\rho_4} \approx 2{,}394.10^{-5}$ và là nhỏ nhất.

Đáp án: D

Bài 54.2: Tìm hệ số căng mặt ngoài của nước nếu ống mao dẫn có đường kính trong là 1.0 mm và mực nước trong ống dâng cao 32,6 mm. Lấy $g = 9{,}8\ m/s^2$.

Giải

Hệ số căng mặt ngoài của nước: $h = \dfrac{4\sigma}{\rho g d} \Rightarrow \sigma = \dfrac{h\rho g d}{4}$

$$\Rightarrow \sigma = \frac{32{,}6.10^{-3}.1000.10.10^{-3}}{4} = 8.10^{-2}\ N/m$$

Đáp số: $\sigma = 8.10^{-2}\ N/m$

Bài 54.3: Trong một ống mao dẫn có đường kính trong hết sức nhỏ, nước có thể dâng cao 80 mm, vậy với ống này thì rượu có thể dâng cao bao nhiêu? Các dữ kiện lấy theo số liệu của bài 54.1

Giải

Độ dâng của nước trong ống: $h_1 = \dfrac{4\sigma_1}{\rho_1 g d}$

Độ dâng của rượu trong ống mao dẫn: $h_2 = \dfrac{4\sigma_2}{\rho_2 g d}$

$$\Rightarrow \frac{h_2}{h_1} = \frac{\sigma_2.\rho_1}{\sigma_1.\rho_2} = \frac{0{,}022.1000}{0{,}072.790} = 0{,}387$$

$$\Rightarrow h_2 = 0{,}387.h_1 = 0{,}387\ .\ 80 = 30{,}96\ mm$$

Vậy trong ống mao dẫn này, rượu dâng cao 30,96 mm

Đáp số: $h_2 = 30{,}96\ mm$

Bài 54.4: Một phong vũ biểu thủy ngân có đường kính trong là 2 mm và mực thủy ngân trong ống dâng cao 760 mm. Hỏi áp suất thực của khí quyển là bao nhiêu nếu tính đến hiện tượng thủy ngân không dính ướt ống thủy tinh?

Giải

Áp suất thực của khí quyển nếu tính đến hiện tượng thủy ngân không dính ướt ống thủy tinh là: $p = p_o + h$

Trong đó: $h = \dfrac{4\sigma}{\rho g d}$

$p_o = 760$ mmHg; $\sigma = 470.10^{-3}$ N/m = hệ số căng mặt ngoài của thủy ngân

$\rho = 13{,}6\ g/cm^3 = 13{,}6.10^3\ kg/m^3$ = khối lượng riêng của thủy ngân

$g = 9{,}8\ m/s^2$; $d = 2\ mm = 2.10^{-3}\ m$

$$\Rightarrow h = \frac{4.470.10^{-3}}{13{,}6.10^3.9{,}8.2.10^{-3}} = 7{,}05.10^{-3}\ m = 7{,}05\ mm$$

$$\Rightarrow p = 760 + 7{,}05 = 767{,}05\ mmHg$$

Đáp số: $p = 767{,}05\ mmHg$

C. BÀI TẬP LUYỆN TẬP

Bài 54.5: Nhúng vào thủy ngân một ống thủy tinh có bán kính trong là 0,5 mm. Tính độ dâng của mức thủy ngân trong ống. Biết thủy ngân có trọng lượng riêng là $136.10^3\ N/m^3$ và hệ số căng mặt ngoài là 470.10^{-3} N/m.

Hướng dẫn giải

Độ dâng lên của mức nước trong ống được tính theo công thức:

$$h == \frac{2\sigma}{dr} = \frac{2.470.10^{-3}}{136.10^{3}.0.5.10^{-3}} \text{¡Ö}0,0138(m) = 1,38\ cm$$

Đáp số: h = 1,38 cm

Bài 54.6: Một ống mao dẫn bằng thủy tinh được cắm lần lượt trong nước và trong rượu. Khi đó mức nước trong ống là 145 mm và mức rượu trong ống là 55mm. Nước và rượu đều dính ướt hoàn toàn thủy tinh. Tính hệ số căng mặt ngoài của rượu. Nước có khối lượng riêng là 1000 kg/m^3 và hệ số lực căng mặt ngoài là $72,5.10^{-3}$ N/m. Rượu có khối lượng riêng là 800 kg/m^3.

Hướng dẫn giải

Đường kính của ống:

$$h_1 = \frac{4\sigma_1}{D_1gd} \Rightarrow d = \frac{4\sigma_1}{D_1gh_1} = \frac{4.72,5.10^{-3}}{1000.10.145.10^{-3}} = 0,2.10^{-3}m$$

Hệ số căng mặt ngoài của rượu:

$$h_2 = \frac{4\sigma_2}{D_2gd} \Rightarrow \sigma_2 = \frac{h_2D_2gd}{4} = \frac{55.10^{-3}.800.10.0,2.10^{-3}}{4} = 22.10^{-3}N/m$$

Đáp số: $\sigma_2 = 2210^{-3}$ N/m

Bài 55 - SỰ CHUYỂN THỂ - SỰ NÓNG CHẢY VÀ ĐÔNG ĐẶC

A. HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI

Câu 55.1: Nhiệt chuyển thể dùng để làm gì?

Trả lời

Nhiệt chuyển thể dùng để chuyển đổi cấu trúc các chất từ thể này sang thể khác.

Câu 55.2: Hãy phân tích sự biến thiên thế năng tương tác giữa các hạt cấu tạo chất khi biến đổi thể.

Trả lời

Sự biến thiên thế năng tương tác giữa các hạt cấu tạo chất khi biến đổi thể dẫn tới sự biến đổi nội năng của hệ.

B. HƯỚNG DẪN GIẢI BÀI TẬP

Bài 55.1: Thả một cục nước đá có khối lượng 30 g ở 0^0C vào cốc nước chứa 0,2 *l* nước ở 20^0C. Bỏ qua nhiệt dung của cốc. Hỏi nhiệt độ cuối cùng của cốc nước?

A. 0^0C B. 5^0C C. 7^0C D. 10^0C

Biết $c_{nước} = 4,2$ J/g.K; $\rho_{nước} = 1\ g/cm^3$; $\lambda_{nước\ đá} = 334$ J/g

Giải

$$m_1 = 30\ g\ ;\ m_2 = V_2\rho = 0,2\ kg = 200\ g$$

Gọi Q_1 là nhiệt lượng do nước đá thu vào khi tăng từ nhiệt độ $t_1 = 0^0C$ đến nhiệt độ cuối t_x: $Q_1 = m_1c(t_x - t_1)$

Gọi Q_1' là nhiệt lượng do nước đá thu vào để tan ra thành nước: $Q_1' = \lambda.m_1$

Gọi Q_2 là nhiệt lượng do nước tỏa ra khi hạ từ nhiệt độ $t_2 = 20^0C$ đến nhiệt độ cuối t_x: $Q_2 = m_2c(t_2 - t_x)$

Mặt khác: $Q_1 + Q_1' = Q_2 \Rightarrow m_1c(t_x - t_1) + \lambda.m_1 = m_2c(t_2 - t_x)$

$30.4,2.t_x + 30.334 = 200.4,2.(20 - t_x) \Rightarrow t_x = 7^0C$

Đáp án: C

Bài 55.2: Có một tảng băng đang trôi trên biển. Phần nhô lên của tảng băng ước tính là 250.10^3 m^3. Vậy thể tích phần chìm dưới nước biển là bao nhiêu? Cho biết thể tích riêng của băng là 1,11 lít/kg và khối lượng riêng của nước biển là 1,05 kg/lít.

Giải

Gọi V_0 là thể tích của tảng băng

$V_1 = 250.10^3$ m^3 = thể tích của phần tảng băng nhô lên khỏi mặt nước

V_2 = là thể tích của phần tảng băng chìm dưới nước (cũng chính là phần thể tích nước bị chiếm chỗ). Ta có: $V_o = V_1 + V_2$

Gọi $v_{băng}$ = 1,11 lít/kg = $1,11.10^{-3}$ m^3/kg = thể tích riêng của băng

$D_{băng}$ và $D_{nước\ biển}$ lần lượt là khối lượng riêng của tảng băng và của nước biển.

$d_{băng}$ và $d_{nước\ biển}$ lần lượt là trọng lượng riêng của tảng băng và của nước biển. Ta có: $D_{băng} = \dfrac{1}{v_{băng}} = \dfrac{1}{1,11.10^{-3}} = 900,9$ kg/m^3

$$d_{băng} = 10D_{băng} = 9009 \text{ N/m}^3$$

$$D_{nước\ biển} = 1,05 \text{ kg/lít} = 1,05.10^3 \text{ kg/m}^3$$

$$d_{nước\ biển} = 10D_{nước\ biển} = 1,05.10^4 \text{ kg/m}^3$$

Khi tảng băng nổi trên mặt nước, lực đẩy Ácsimét bằng trọng lượng của tảng băng:

$$d_{băng}.V_0 = d_{nước\ biển}.V_2$$

Suy ra: $\dfrac{V_2}{V_0} = \dfrac{d_{băng}}{d_{nướcbiển}} = \dfrac{9009}{1,05.10^4} = 0,858 \Rightarrow V_2 = 0,858V_o$

$$V_1 = (1 - 0,858)V_o = 0,142V_o \Rightarrow V_o = \frac{V_1}{0,142}$$

Vậy thể tích phần băng chìm dưới nước biển là:

$$V_2 = 0,858.\frac{V_1}{0,142} = 0,858.\frac{250.10^3}{0,142} = 1,51.10^6 \text{ m}^3$$

Đáp số: $V_2 = 1,51.10^6$ m^3

Bài 553: Để xác định gần đúng nhiệt lượng cần phải cung cấp cho 1 kg nước hóa thành hơi khi sôi (ở 100^0C). Một em học sinh đã làm thí nghiệm sau đây: cho một lít nước (coi là 1 kg nước) ở 10^0C vào ấm rồi đặt lên bếp điện để đun. Theo dõi thời gian đun, em học sinh đó ghi chép được các số liệu sau đây:

- Để đun nóng nước từ 10^0C đến 100^0C cần 18 phút.
- Để cho 200 g nước trong ấm hóa thành hơi khi sôi cần 23 phút.

Từ thí nghiệm này, hãy tính nhiệt lượng cần phải cung cấp cho 1 kg nước hóa thành hơi ở nhiệt độ sôi 100^0C. Bỏ qua nhiệt dung của ấm.

Tóm tắt

$m_1 = 1$ kg; $t_1 = 10^0C$; $t_2 = 100^0C$; $\tau_1 = 18$ phút $= 1080$ s

$m_2 = 0,2$ kg; $\tau_2 = 23$ phút $= 1380$ s

$Q_{hóa\ hơi} = ?$ J/kg

Giải

Nhiệt lượng cần để đun 1 kg nước từ 10^0C đến 100^0C:

$$Q_1 = m_1C(t_2 - t_1) = 1.\ 4180.(100 - 10) = 376\ 200\ J$$

Công suất của bếp điện là: $P = \frac{Q_1}{\tau_1} = \frac{376200}{1080} = 348,3$ W

Nhiệt lượng cần phải cung cấp cho 2 kg nước hoá thành hơi ở nhiệt độ sôi 100^0C: $Q_2 = P.\tau_2 = 348,3\ .\ 1380 = 480700$ J

Nhiệt lượng cần phải cung cấp cho 1 kg nước hoá thành hơi ở nhiệt độ sôi 100^0C: $L = \frac{Q_2}{2} = 240350$ J/kg $= 2,4\ .10^6$ J/kg

Đáp số: $L = 2,4\ .10^6$ J/kg

C. BÀI TẬP LUYỆN TẬP

Bài 55.4: Tính nhiệt lượng cần cung cấp cho 4 kg nước đá ở 0^0C để chuyển nó thành nước ở 20^0C. Nhiệt nóng chảy riêng của nước đá là $3,4.10^5$ J/kg và nhiệt dung riêng của nước là 4180 J/kgK.

Hướng dẫn giải

Nhiệt nóng chảy cần thiết để chuyển nước đá ở 0^0C từ thể rắn sang thể lỏng là: $Q_1 = \lambda m = 3,4.10^5.4 = 13,6.10^5$ J

Nhiệt lượng cần thiết để nước ở thể lỏng tăng nhiệt độ từ 0^0C đến 20^0C là: $Q_2 = mc\Delta t = 4.4180.(20 - 0) = 334400J = 3,344.10^5$ J

Nhiệt lượng tổng cộng là: $Q = Q_1 + Q_2 = 17.10^5$ J

Đáp số: $Q = 17.10^5$ J

Bài 55.5: Tính nhiệt lượng tối thiểu cần thiết để làm nóng chảy hoàn toàn 200 g bạc ở nhiệt độ ban đầu là 25^0C. Biết nhiệt độ nóng chảy của bạc là 960^0C và nhiệt nóng chảy riêng là $0,88.10^5$ J/kg, nhiệt dung riêng của bạc là 236 J/kgđộ.

Hướng dẫn giải

Nhiệt lượng cần thiết để nung bạc đến nhiệt độ nóng chảy là:

$$Q_1 = mc(t_2 - t_1) = 0,2\ .\ 236\ .\ (960 - 25) = 44132\ J$$

Nhiệt lượng cần thiết để làm nóng chảy bạc là:

$$Q_2 = \lambda m = 0,2\ .\ 0,88.10^5 = 17600\ J$$

Vậy nhiệt lượng Q cần thiết để làm nóng chảy hoàn toàn lượng bạc là:

$$Q = Q_1 + Q_2 = 44132 + 17600 = 61732\ J = 61,732\ kJ$$

Đáp số: $Q = 61,732$ kJ

Bài 56 - SỰ HÓA HƠI VÀ SỰ NGƯNG TỤ

A. HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI

Câu 56.1: Phân biệt sự bay hơi và sự sôi.

Trả lời

- Sự bay hơi xảy ra ở mọi nhiệt độ và từ mặt thoáng khối lỏng.
- Sự sôi xảy ra ở nhiệt độ sôi, từ mặt thoáng và cả từ trong lòng khối lỏng.

Câu 56.2: Trạng thái cân bằng động giữa hơi bão hòa và khối lỏng là trạng thái như thế nào?

Trả lời

Trạng thái cân bằng động giữa hơi bão hòa và khối lỏng là trạng thái hơi bão hòa. Ở trạng thái này, luôn có hai quá trình xảy ra đồng thời là sự hóa hơi và sự ngưng tụ. Tại mặt thoáng khối lỏng có sự cân bằng động nghĩa là số phân tử bay ra bằng với số phân tử bay vào khối lỏng.

Câu 56.3: Tại sao áp suất hơi bão hòa không phụ thuộc thể tích? Nó phụ thuộc vào nhiệt độ như thế nào?

Trả lời

- Khi thay đổi thể tích của hơi bão hòa nằm cân bằng động trên mặt khối lỏng thì sẽ xảy ra sự hóa hơi giữa hơi và khối lỏng làm cho áp suất của hơi luôn luôn bằng áp suất của hơi bão hòa. Vì vậy áp suất hơi bão hòa không phụ thuộc thể tích hơi.
- Với cùng một chất lỏng, áp suất hơi bão hòa phụ thuộc nhiệt độ, khi nhiệt độ tăng lên thì áp suất hơi bão hòa tăng.

Câu 56.4: Nêu ý nghĩa của nhiệt độ tới hạn.

Trả lời

Ở nhiệt độ cao hơn nhiệt độ tới hạn của mỗi chất thì chất đó chỉ tồn tại ở thể khí và không thể hóa lỏng khí đó bằng cách nén.

B. HƯỚNG DẪN GIẢI BÀI TẬP

Bài 56.1: Dùng ẩm kế khô – ướt để đo độ ẩm tương đối của không khí. Nhiệt kế khô chỉ 24^0C, hiệu nhiệt độ giữa hai nhiệt kế là 4^0C. Vậy độ ẩm tương đối của không khí là

A. 77 % B. 70 % C. 67 % D. 61 %

Giải

Nhiệt độ của nhiệt kế ướt là: $24 - 4 = 20^0C$

Tra bảng 6 trang 278 SGK ta thu được độ âm tương đối của không khí là: 67 %

Đáp án: C

Bài 56.2: Không gian trong xilanh ở bên dưới pittông có thể tích là $V_0 = 5,0$ lít chứa hơi nước bão hòa ở nhiệt độ $t = 100^0C$. Nén hơi đẳng nhiệt đến thể tích $V = 1,6$ lít. Tìm khối lượng nước ngưng tụ. (Có thể áp dụng phương trình Cla-pê-rôn – Men-đê-lê-ép cho hơi bão hòa).

Tóm tắt

$V_o = 5,0$ lít $= 5,0.10^{-3}\ m^3$; $t = 100^oC \Rightarrow T = 273 + t = 373K$

$\mu = 18$ g = khối lượng của 1 mol nước.

$P_o = 760$ mm Hg $= 1{,}013.10^5$ N/m^2 = áp suất hơi bão hòa ở nhiệt độ $t = 100^oC$.

Giải

Gọi m_o là khối lượng nước trong thể tích $V_o = 5{,}0$ lít nước bão hòa ở nhiệt độ $t = 100^oC$.

m là khối lượng nước trong thể tích V = 1,6 lít nước bão hòa ở nhiệt độ $t = 100^oC$.

Áp dụng phương trình Cla-pê-rôn – Men-đê-lê-ép cho hơi bão hòa:

$$p_oV_o = \frac{m_o}{\mu}RT \quad (1)$$

$$\Rightarrow m_o = \frac{\mu p_oV_o}{RT} = \frac{18.1{,}013.10^5.5.10^{-3}}{8{,}31.373} = 2{,}94 \text{ g}$$

$$pV = \frac{m}{\mu}RT \quad (2)$$

Lấy (2) chia cho (1), ta có: $\dfrac{m}{m_o} = \dfrac{V}{V_o}$

$$\Rightarrow m = \frac{V}{V_o}.m_o = \frac{1{,}6}{5{,}0}.2{,}94 = 0{,}94 \text{ g}$$

Vậy khối lượng nước ngưng tụ là:

$$m' = m_o - m = 2{,}94 - 0{,}94 = 2 \text{ g}$$

Đáp số: m' = 2 g

Bài 56.3: Để xác định nhiệt hóa hơi của nước, người ta làm thí nghiệm sau đây: đưa 10 g hơi nước ở nhiệt độ 100^0C vào một nhiệt lượng kế chứa 290 g nước ở 20^0C. Nhiệt độ cuối của hệ là 40^0C. Hãy tính nhiệt hóa hơi của nước, cho biết nhiệt dung của nhiệt lượng kế là 46 J/độ. Nhiệt dung riêng của nước là 4,18 J/gđộ.

Giải

Nhiệt lượng tỏa ra khi 10g nước chuyển từ thể hơi sang thể lỏng ở 100^0C:

$$Q_1 = L.m_1 = L.10 \text{ J}$$

Nhiệt lượng tỏa ra khi 10g nước ở thể lỏng giảm nhiệt độ xuống 40^0C

$$Q_2 = mc.(100 - 40) = 10.4{,}18.60 = 2508 \text{ J}$$

Nhiệt lượng cần thiết để 290 g nước tăng nhiệt độ lên 40^0C

$$Q_3 = m_2c.(40 - 20) = 290.4{,}18.20 = 24244 \text{ J}$$

Nhiệt lượng do nhiệt lượng kế hấp thu để tăng nhiệt độ:

$$Q_4 = 46.20 = 920 \text{ J}$$

Phương trình cân bằng nhiệt: $Q_1 + Q_2 = Q_3 + Q_4$

Suy ra $\quad 10.L + 2508 = 24244 + 920$

Vậy nhiệt hóa hơi của nước: $L = 2266$ J/g $= 2{,}27.10^3$ J/g

Đáp số: L = 2,27.10³ J/g

Bài 56.4: Nhiệt độ của không khí là 30^0C. Độ ẩm tỉ đối là 64%. Hãy xác định độ ẩm tuyệt đối và điểm sương. Ghi chú: Tính các độ ẩm theo áp suất riêng phần.

Giải

Dựa vào bảng tra cứu áp suất hơi bão hòa của nước ở các nhiệt độ khác nhau ta có:

Độ ẩm cực đại của không khí ở 30^0C là: $A = 31,8$ mmHg

Độ ẩm tỉ đối: $$f = \frac{a}{A} = 64\% = 0,64$$

Độ ẩm tuyệt đối của không khí ở 30^0C: $a = A.f = 31,8.0,64 = 20,35$ mmHg

So sánh trong bảng tra cứu áp suất hơi bão hòa của nước theo nhiệt độ ta thấy trong khoảng nhiệt độ từ 20^0C đến 25^0C thì áp suất hơi bão hòa trung bình là: $p_b = \dfrac{23,8 + 31,8}{2} \approx 20,65$ mmHg

Vậy ứng với độ ẩm tuyệt đối a = 20,35 mmHg thì điểm sương (tức là nhiệt độ để áp suất hơi bão hòa $P_b = 20,35$ mmHg) là:

$$t_S = \frac{20,65}{20,35}.\frac{20 + 25}{2} \approx 22,8^0C$$

Đáp số: ***a = 20,35 mmHg;*** $t_S \approx 22,8^0C$

C. BÀI TẬP LUYỆN TẬP

Bài 56.5: Một ấm chứa 3 lít nước ở 25°C. Tìm nhiệt lượng cần cung cấp để đưa lượng nước đó đến điểm sôi và nhiệt lượng cần cung cấp thêm để làm bay hơi hết lượng nước trên.

Hướng dẫn giải

Nhiệt lượng cần thiết để đưa nước đến điểm sôi:

$$Q_1 = mc(t_2 - t_1) = 3 . 4180 .(100 - 25) = 940\,500 \text{ J}$$

Nhiệt lượng cung cấp thêm để làm bay hơi hết 3 lít nước trên:

$$Q_2 = \lambda m = 2,3.10^6.3 = 6,9.10^6 \text{ J}$$

Đáp số: $Q_1 = 940\,500$ ***J;*** $Q_2 = 6,9.10^6$ ***J***

Bài 56.6: Trong 2 m^3 không khí ở 30^0C có 50 g hơi nước. Hãy xác định độ ẩm tuyệt đối, độ ẩm cực đại và độ ẩm tỉ đối của không khí.

Hướng dẫn giải

Độ ẩm tuyệt đối của không khí: $a = \dfrac{m}{V} = \dfrac{50}{2} = 25$ g/m^3

Ở 30^0C áp suất hơi nước bão hòa là $p_0 = 31,82$ mmHg, khối lượng riêng của nó là $D_0 = 30,29$ g/m^3. Vậy ở 30^0C, độ ẩm cực đại của không khí là: $A = 30,29$ g/m^3

Độ ẩm tỉ đối của không khí là: $f = \dfrac{a}{A} = \dfrac{25}{30,29} = 82,54\%$

Đáp số: $f = 82,54\ \%$

CHƯƠNG VIII
CƠ SỞ CỦA NHIỆT ĐỘNG LỰC HỌC

Bài 58 – NGUYÊN LÍ THỨ NHẤT NHIỆT ĐỘNG LỰC HỌC

A. HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI

Câu 58.1: Nội năng là gì? Nó phụ thuộc những thông số nào? Nêu hai cách làm biến đổi nội năng?

Trả lời

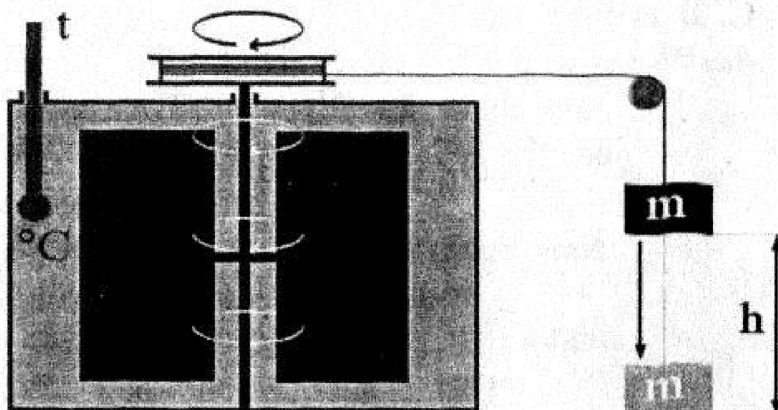
- Nội năng là một dạng năng lượng bên trong của hệ, nó chỉ phụ thuộc vào trạng thái của hệ. Nội năng bao gồm tổng động năng chuyển động nhiệt của các phân tử cấu tạo nên hệ và thế năng tương tác giữa các phân tử đó.
- Hai cách có thể làm thay đổi nội năng bằng các quá trình:
  - ❖ Thực hiện công.
  - ❖ Truyền nhiệt lượng.

Câu 58.2: Nêu ý nghĩa của thí nghiệm Jun.

Trả lời

Ý nghĩa: có sự tương đương giữa công và nhiệt lượng.

Câu 58.3: Tại sao có thể nói rằng nguyên lí thứ nhất của nhiệt động lực học là sự vận dụng định luật bảo toàn và chuyển hóa năng lượng vào các hiện tượng nhiệt.



Hình 58.1

Trả lời

Nguyên lí thứ nhất của nhiệt động lực học là sự vận dụng định luật bảo toàn và chuyển hóa năng lượng vào các hiện tượng nhiệt vì:

Nguyên lí thứ nhất của nhiệt động lực học bao hàm sự tương đương giữa nhiệt và công. Theo định luật bảo toàn năng lượng, nội năng của hệ tăng một lượng ΔU thì các vật khác phải mất một năng lượng đúng bằng như thế. Lượng năng lượng ấy được đo bằng nhiệt lượng Q và công A mà hệ nhận được. Đó cũng chính là nội dung của nguyên lí thứ nhất của nhiệt động lực học.

$$\Delta U = Q + A$$

B. HƯỚNG DẪN GIẢI BÀI TẬP

Bài 58.1: Một người có khối lượng 60 kg nhảy từ cầu nhảy ở độ cao 5 m xuống một bể bơi. Tính độ biến thiên nội năng của nước trong bể bơi. Bỏ qua các hao phí năng lượng thoát ra ngoài khối nước trong bể bơi. Lấy $g = 10\ m/s^2$.

Giải

Ở độ cao 5 m, năng lượng mà người đó có được là thế năng hấp dẫn:

$$W_t = mgh = 60.10.5 = 3000\ J = 3\ kJ$$

Khi nhảy xuống bể bơi, lượng năng lượng này được truyền cho nước.
Vậy nội năng của nước tăng một lượng $\Delta Q = W_t = 3$ kJ

Đáp số: $\Delta Q = 3$ ***kJ***

Bài 58.2: Một cốc nhôm khối lượng 100 g chứa 300 g nước ở nhiệt độ 20^0C. Người ta thả vào cốc nước một chiếc thìa đồng khối lượng 75 g vừa rút khỏi nồi nước sôi ở 100^0C. Xác định nhiệt độ của nước trong cốc khi có sự cân bằng nhiệt. Bỏ qua các hao phí nhiệt ra ngoài. Nhiệt dung riêng của nhôm là 880 J/kg.độ. của đồng là 380 J/kgđộ và của nước là $4,19.10^3$ J/kgđộ.

Giải

Khối lượng cốc nhôm: $m_1 = 100$ g $= 0,1$ kg
Khối lượng nước trong cốc: $m_2 = 300$ g $= 0,2$ kg
Khối lượng của thìa đồng: m = 75 g = 0,075 kg
Gọi nhiệt độ cuối cùng của nước trong cốc khi có sự cân bằng nhiệt là t
Nhiệt lượng do chiếc thìa đồng tỏa ra là:

$$Q_1 = mc_{đồng}\Delta t = 0,075.380.(100 - t) = 28,5.(100 - t)$$

Nhiệt lượng do cốc nhôm và nước ở nhiệt độ 20^0C hấp thu để tăng đến nhiệt độ t là:

$$Q_2 = m_1.c_{nhôm}.(t - 20) + m_2.c_{nước}.(t - 20) = (0,1.880 + 0,3.4190).(t - 20)$$

$$Q_2 = 1345.(t - 20)$$

Khi có sự cân bằng nhiệt: $Q_1 = Q_2$

$$28,5.(100 - t) = 1345.(t - 20)$$

$$1373,5.t = 29750 \Rightarrow t = 21,7^0C$$

Đáp số: $t = 21,7^0C$

Bài 58.3: Người ta cọ xát một miếng sắt dẹt khối lượng 100 g trên một tấm gỗ. Sau một lát thì thấy miếng sắt nóng lên thêm 12^0C. Hỏi người ta đã tốn một công là bao nhiêu để thắng lực ma sát, giả sử rằng 40% công đó được dùng để làm nóng miếng sắt? Cho biết nhiệt dung riêng của sắt là 460 J/kg.độ.

Giải

Khối lượng miếng sắt: m = 100 g = 0,1 kg
Nhiệt lượng cần thiết để miếng sắt tăng nhiệt độ thêm 12^0C là:

$$Q = mc\Delta t = 0,1.460.12 = 552 \text{ J}$$

Chỉ có 40% công được chuyển thành nhiệt năng làm nóng miếng sắt.
Vậy công cần thiết để thắng lực ma sát là:

$$H = \frac{Q}{A} = 40\% = 0,4 \Rightarrow A = \frac{Q}{H} = \frac{552}{0,4} = 1380\text{J}$$

Đáp số: A = 1380 J

C. BÀI TẬP LUYỆN TẬP

Bài 58.4: Để có được 100 kg nước ở nhiệt độ 75^0C, người ta phải đổ bao nhiêu nước lạnh ở nhiệt độ 15^0C vào bao nhiêu nước sôi ở 100^0C?

Hướng dẫn giải

Ta có khối lượng nước tổng cộng:

$$m_1 + m_2 = 100 \text{ kg} \qquad (1)$$

Nhiệt lượng nước sôi tỏa ra bằng nhiệt lượng nước lạnh thu vào: $Q_{thu} = Q_{tỏa}$

$$m_1.c.(t_2 - t_1) = m_2.c.(t'_1 - t_2)$$

$$m_1.(75 - 15) = m_2.(100 - 75)$$

vậy $60.m_1 = 25.m_2$ (2)

Từ (1) và (2), ta có: $\Rightarrow \begin{cases} m_1 + m_2 = 100 \\ 60.m_1 = 25.m_2 \end{cases} \Rightarrow \{ m_1 = 29,4kg; \quad m_2 = 70,56kg$

Đáp số: $m_2 = 70,56$ kg

Bài 59 - ÁP DỤNG NGUYÊN LÍ THỨ NHẤT NHIỆT ĐỘNG HỌC CHO KHÍ LÍ TƯỞNG

A. HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI

Câu 59.1: Nội năng của khí lí tưởng là gì? Nó phụ thuộc vào những đại lượng nào?

Trả lời

- Nội năng của khí lí tưởng chỉ bao gồm tổng động năng của chuyển động hỗn loạn của phân tử có trong khí đó.
- Nội năng của khí lí tưởng chỉ phụ thuộc nhiệt độ của khí.

Câu 59.2: Viết công thức tính công của khí lí tưởng. Các đại lượng tham gia vào công thức là của khí hay là của các vật ngoài?

Trả lời

- Công thức tính công: $\Delta A = p\Delta V$
- Các đại lượng tham gia vào công thức là của khí:
  ΔA = công mà thí thực hiện; p = áp suất khí; ΔV = độ biếm thiện thể tích khí.

Câu 59.3: Viết phương trình của nguyên lí thứ nhất cho các quá trình đẳng tích, đẳng áp, đẳng nhiệt và chu trình.

Trả lời

- Trong quá trình đẳng tích, nhiệt lượng mà khí nhận được chỉ dùng để làm tăng nội năng của khí.

$$Q = \Delta U$$

- Trong quá trình đẳng áp, một phần nhiệt lượng mà khí nhận được dùng để làm tăng nội năng của khí, phần còn lại biến thành công mà khí sinh ra.

$$Q = \Delta U - A$$

- Trong quá trình đẳng nhiệt, toàn bộ nhiệt lượng mà khí nhận được chuyển hết thành công mà khí sinh ra.

$$Q = -A$$

- Tổng đại số nhiệt lượng mà hệ nhận được trong cả chu trình chuyển hết thành công mà hệ sinh ra trong chu trình đó.

$$Q = -A$$

B. HƯỚNG DẪN GIẢI BÀI TẬP

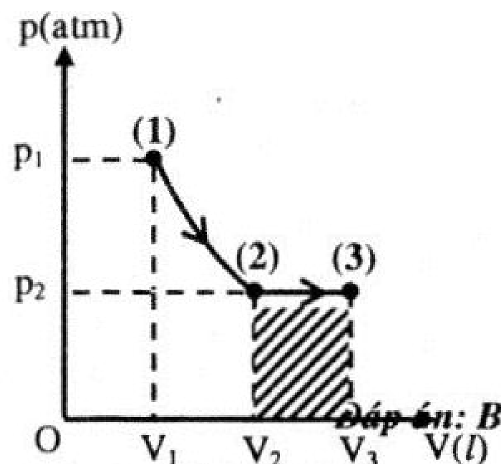
Bài 59.1: Một lượng khí được dãn từ thể tích V_1 đến thể tích V_2 ($V_2 > V_1$). Trong quá trình nào lượng khí thực hiện công *ít nhất*

A. Trong quá trình dãn đẳng áp.

B. Trong quá trình dãn đẳng nhiệt.

C. Trong quá trình dãn đẳng áp rồi đẳng nhiệt.

D. Trong quá trình dãn đẳng nhiệt rồi đẳng áp.



Hình 59.1

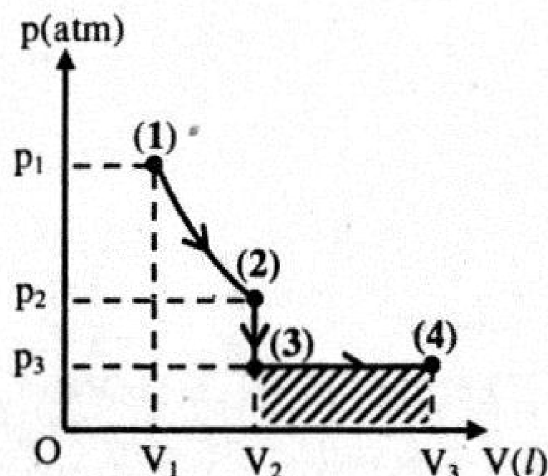
Bài 59.2: Một lượng khí không đổi ở trạng thái 1 có thể tích V_1, áp suất p_1, dãn đẳng nhiệt đến trạng thái 2 có thể tích $V_2 = 2V_1$ và áp suất $p_2 = \frac{p_1}{2}$. Sau đó dãn đẳng áp sang trạng thái 3 có thể tích $V_3 = 3V_1$.

Vẽ đồ thị biểu diễn các quá trình trên. Dùng đồ thị để so sánh công của khí trong các quá trình trên.

Giải

- Đồ thị biểu diễn các quá trình biến đổi hình 66.1.
- So sánh công của khí trong hai quá trình biến đổi:

- Dựa trên đồ thị ta thấy diện tích hình thang $V_1(1)(2)V_2$ lớn hơn diện tích hình chữ nhật $V_2(2)(3)V_3$. Do vậy công mà khí sinh ra trong quá trình biến đổi từ trạng thái (1) sang trạng thái (2) lớn hơn công do khí sinh ra trong quá trình biến đổi từ trạng thái (2) sang trạng thái (3).



Hình 59.2

- Vậy công sinh ra trong quá trình dãn đẳng nhiệt lớn hơn công sinh ra trong quá trình dãn đẳng áp.

Bài 59.3: Một lượng khí lí tưởng có thể tích $V_1 = 1$ lít và áp suất $p_1 = 1$ at được dãn đẳng nhiệt tới khi thể tích đạt giá trị $V_2 = 2$ lít. Sau đó người ta làm lạnh khí, áp suất của khí giảm đi một nửa, còn thể tích thì không đổi. Cuối cùng khí dãn đẳng áp tới khi thể tích đạt giá trị $V_3 = 4$ lít.

Vẽ đồ thị biểu diễn sự phụ thuộc của p vào V và dùng đồ thị để so sánh công trong các quá trình trên.

Giải

- Đồ thị biểu diễn các quá trình biến đổi hình 66.2.
- So sánh công của khí trong ba quá trình biến đổi:

- Dựa trên đồ thị ta thấy diện tích hình thang $V_1(1)(2)V_2$ lớn hơn diện tích hình chữ nhật $V_2(3)(4)V_3$. Do vậy công mà khí sinh ra trong quá trình biến đổi từ trạng thái (1) sang trạng thái (2) lớn hơn công do khí sinh ra trong quá trình

biến đổi từ trạng thái (3) sang trạng thái (4). Quá trình biến đổi từ trạng thái (2) sang trạng thái (3) là quá trình biến đổi đẳng tích nên không sinh công.

- Vậy công sinh ra trong quá trình dãn đẳng nhiệt lớn hơn công sinh ra trong quá trình dãn đẳng áp.

Bài 59.4: Lấy 2,5 mol một chất khí lí tưởng ở nhiệt độ 300K. Nung nóng đẳng áp lượng khí này cho đến khi thể tích của nó bằng 1,5 lần thể tích lúc đầu. Nhiệt lượng cung cấp cho khí trong quá trình này là 11,04 kJ. Tính công mà khí thực hiện và độ tăng nội năng.

Giải

Công do khí thực hiện: $A = p \,.\, \Delta V = p \,.\, (V_2 - V_1) = p \,.\, (1{,}5V_1 - V_1) = p \,.\, 0{,}5 \,.\, V_1$

$$A = 0{,}5 \,.\, p \,.\, V_1 = 0{,}5 \,.\, n \,.\, R \,.\, T_1 = 0{,}5.2{,}5.8{,}31.300 = 3116\ J = 3{,}12\ kJ$$

Độ tăng nội năng:

Theo nguyên lý I của nhiệt động lực học:

$$\Delta U = Q - A = 11{,}04 - 3{,}12 = 7{,}92\ kJ$$

Đáp số: A = 3,12 kJ; ΔU = 7,92 kJ

C. BÀI TẬP LUYỆN TẬP

Bài 59.5: Tính độ biến thiên nội năng của một lượng khí biết rằng trong quá trình đun nóng đẳng áp ở áp suất $5.10^6\ N/m^2$ thể tích khí tăng 2 lít. Nhiệt lượng cung cấp cho quá trình đun nóng là 2.10^7 J.

Hướng dẫn giải

Công lượng khí thực hiện trong quá trình đun nóng đẳng áp:

$$A = p \,.\, \Delta V = 5.10^6.2 = 10^7\ J$$

Theo nguyên lí I ta có độ biến thiên nội năng của lượng khí:

$$\Delta U = Q - A = 10^7\ J$$

Đáp số: $\Delta U = 10^7\ J$

Bài 59.6: Khi truyền nhiệt lượng 6.10^6 J cho khí trong một xi lanh hình trụ thì khí nở ra đẩy pit-tông lên làm thể tích của khí tăng thêm $0{,}50\ m^3$. Tính độ biến thiên nội năng của khí. Biết áp suất của khí là $8.10^6\ N/m^2$ và coi áp suất này không đổi trong quá trình khí thực hiện công

Giải

Công của áp lực khí đẩy pit-tông lên: $A = F.\Delta h = p.S.\Delta h = p.\Delta V = 4.10^6$ J

Độ biến thiên nội năng của khí: $\Delta U = Q - A = 2.10^6$ J

Đáp số: $\Delta U = 2.10^6\ J$

Bài 60

NGUYÊN TẮC HOẠT ĐỘNG CỦA ĐỘNG CƠ NHIỆT VÀ MÁY LẠNH – NGUYÊN LÍ THỨ HAI CỦA NHIỆT ĐỘNG LỰC HỌC

A. HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI

Câu 60.1: Động cơ nhiệt là gì? Vẽ và giải thích sơ đồ nguyên tắc hoạt động của động cơ nhiệt. Hãy cho biết các bộ phận chính của động cơ nhiệt.

Trả lời

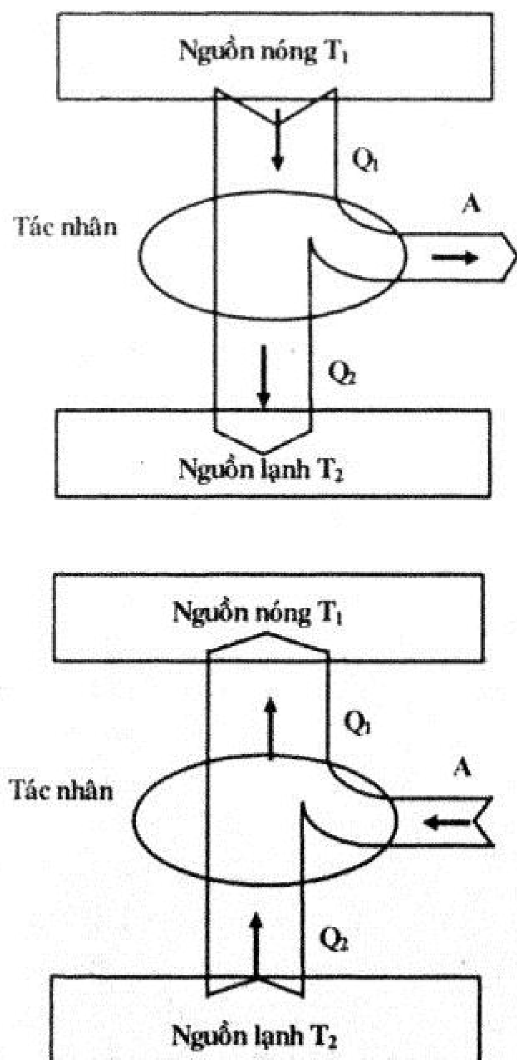
▪ Động cơ nhiệt là thiết bị biến đổi nhiệt lượng thành công.

▪ Có ba bộ phận chính:

- Nguồn nóng.
- Nguồn lạnh.
- Tác nhân.

▪ Sơ đồ nguyên tắc hoạt động:

- Tác nhân nhận nhiệt lượng Q_1 từ nguồn nóng biến một phần thành công A và tỏa phần nhiệt lượng còn lại Q_2 cho nguồn lạnh.



Câu 60.2: Máy lạnh là gì? Vẽ sơ đồ nguyên tắc hoạt động của nó và giải thích.

Trả lời

▪ Máy lạnh là một thiết bị dùng để lấy nhiệt từ một vật này truyền sang một vật khác nóng hơn nhờ nhận công từ các vật ngoài.

▪ Sơ đồ nguyên tắc hoạt động:

Câu 60.3: Nêu định nghĩa hiệu suất của động cơ nhiệt và giải thích.

Trả lời

▪ Hiệu suất của động cơ nhiệt η được xác định bằng tỉ số giữa công A sinh ra với nhiệt lượng Q_1 nhận từ nguồn nóng.

$$\eta = \frac{A}{Q_1} = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1}$$

▪ Mục đích của động cơ nhiệt là biến đổi nhiệt lượng thành công, vậy một động cơ nhiệt càng tốt nếu nó biến đổi được một tỉ lệ càng lớn của nhiệt lượng Q_1 nhận từ nguồn nóng thành công A sinh ra cho vật ngoài.

▪ Hiệu suất thường nhỏ hơn 1.

Câu 60.4: Nêu định nghĩa hiệu năng của máy lạnh và giải thích.

Trả lời

▪ Hiệu năng của máy lạnh ε là đại lượng được tính bằng tỉ số giữa nhiệt lượng Q_2 lấy từ nguồn lạnh và công tiêu thụ A.

$$\varepsilon = \frac{Q_2}{A} = \frac{Q_2}{Q_1 - Q_2}$$

- Một máy lạnh càng tốt nếu với cùng một công tiêu thụ A nó lấy được càng nhiều nhiệt lượng Q_2 từ nguồn lạnh.
- Hiệu năng của máy lạnh thường có giá trị lớn hơn 1, vì vậy người ta tránh dùng thuật ngữ hiệu suất mà dùng thuật ngữ hiệu năng.

Câu 60.5: Hãy cho biết ý nghĩa của định lí Các-nô.

Trả lời

- Cho biết giới hạn của hiệu suất động cơ nhiệt làm việc giữa nguồn nóng T_1 và nguồn lạnh T_2.
- Chỉ cách nâng cao hiệu suất của động cơ nhiệt, đó là nâng cao nhiệt độ nguồn nóng T_1 và hạ thấp nhiệt độ nguồn lạnh T_2.

Câu 60.6: Nguyên lí thứ hai của nhiệt động lực học liên quan đến hiện tượng gì trong tự nhiên? Mối quan hệ giữa nó với nguyên lí thứ nhất của nhiệt động lực học như thế nào?

Trả lời

- Nguyên lí thứ hai của nhiệt động lực học được đúc kết từ những thực nghiệm có liên quan đến những quá trình không thuận nghịch trong tự nhiên, đó là quá trình mà theo đó hệ chuyển từ trạng thái A sang trạng thái B rồi quay trở về trạng thái A thì các vật ngoài chịu những biến đổi nhất định.
- Nguyên lí thứ hai bổ sung cho nguyên lí thứ nhất, nó đề cập đến chiều diễn biến của quá trình, điều mà nguyên lí thứ nhất chưa đề cập đến.

B. HƯỚNG DẪN GIẢI BÀI TẬP

Bài 60.1: Chuyển động nào dưới dây không cần đến sự biến đổi nhiệt lượng thành công?

A. Chuyển động quay của đèn kéo quân.
B. Sự bật lên của nắp ấm đang sôi.
C. Bè trôi theo dòng nước.
D. Sự bay lên của khí cầu hở nhờ đốt nóng khí bên trong khí cầu.

Đáp án: C

Bài 60.2: Một động cơ nhiệt làm việc sau một thời gian thì tác nhân đã nhận từ nguồn nóng nhiệt lượng $Q_1 = 1{,}5.10^6$J, truyền cho nguồn lạnh nhiệt lượng $Q_2 = 1{,}2.10^6$ J. Hãy tính hiệu suất thực của động cơ nhiệt này và so sánh nó với hiệu suất cực đại nếu nhiệt độ của nguồn nóng và nguồn lạnh lần lượt là 250^0C và 30^0C.

Giải

Hiệu suất thực của động cơ nhiệt

$$\eta = \frac{A}{Q_1} = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1} = \frac{1{,}5.10^6 - 1{,}2.10^6}{1{,}5.10^6} = 0{,}2 = 20\%$$

Hiệu suất cực đại của động cơ: $H = \frac{T_1 - T_2}{T_1} = 1 - \frac{T_2}{T_1} = 1 - \frac{303}{523} \approx 0{,}42 = 42\%$

Hiệu suất thực tế của động cơ nhỏ hơn nhiều so với hiệu suất lý tưởng của động cơ.

Đáp số: $\eta = 20\%$; $H = 42\%$

Bài 60.3: Ở một động cơ nhiệt, nhiệt độ của nguồn nóng là 520^0C, của nguồn lạnh là 20^0C. Hỏi công cực đại mà động cơ thực hiện được nếu nó nhận từ nguồn nóng nhiệt lượng 10^7 J? Công cực đại là công mà động cơ nhiệt sinh ra nếu hiệu suất của nó là cực đại.

Giải

Hiệu suất cực đại của động cơ: $H = \frac{T_1 - T_2}{T_1} = 1 - \frac{T_2}{T_1} = 1 - \frac{293}{793} \approx 0,65 = 65\%$

Với hiệu suất cực đại, công cực đại động cơ sinh ra là:

$$A = H . Q_1 = 0.65 . 10^7 = 65.10^5 \text{ J}$$

Đáp số: $A = 65.10^5$ J

Bài 60.4: Để giữ nhiệt độ trong phòng ở 20^0C, người ta dùng một máy lạnh (trong trường hợp này người ta gọi là máy điều hòa không khí) mỗi giờ tiêu thụ công bằng 5.10^6J. Tính nhiệt lượng lấy đi từ không khí trong phòng trong mỗi giờ, biết rằng hiệu năng của máy lạnh là $\varepsilon = 4$.

Giải

Hiệu năng của máy lạnh: $\varepsilon = \frac{Q_2}{A} = \frac{Q_2}{Q_1 - Q_2}$

Nhiệt lượng lấy đi từ không khí trong phòng:

$$Q_2 = A . \varepsilon = 5.10^6 . 4 = 20.10^6 \text{ J}$$

Đáp số: $Q_2 = 20.10^6$ J

Bài 60.5: Hiệu suất thực của một máy hơi nước bằng nửa hiệu suất cực đại. Nhiệt độ của hơi khi ra khỏi lò hơi (nguồn nóng) là 227^0C và nhiệt độ của buồng ngưng (nguồn lạnh) là 77^0C. Tính công suất của máy hơi nước này nếu mỗi giờ nó tiêu thụ 700 kg than có năng suất tỏa nhiệt là 31.10^6 J/kg.

Giải

Hiệu suất cực đại: $H = \frac{T_1 - T_2}{T_1} = 1 - \frac{T_2}{T_1} = 1 - \frac{350}{500} = 0,3 = 30\%$

Hiệu suất thực của máy hơi nước: $\eta = \frac{1}{2}H = \frac{1}{2}.30\% = 15\%$

Nhiệt lượng cung cấp cho máy trong một giờ: $Q_1 = 700 . 31.10^6 = 217.10^8$ J

Công sinh ra trong một giờ: $\eta = \frac{A}{Q_1} \Rightarrow A = \eta.Q_1 = 0,15.217.10^8 = 3255.10^6$ J

Công suất của máy hơi nước: $N = \frac{A}{t} = \frac{3255.10^6}{3600} = 0,904.10^6 \text{ w} = 904 \text{ kw}$

Đáp số: $N = 904$ kW

C. BÀI TẬP LUYỆN TẬP

Bài 60.6: Một động cơ nhiệt mỗi giây nhận từ nguồn nóng nhiệt lượng 5.10^3 J đồng thời nhả cho nguồn lạnh 4000 J. Tính hiệu suất của động cơ.

Hướng dẫn giải

Hiệu suất của động cơ nhiệt: $\eta = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1} = \frac{5000 - 4000}{5000} = 0,2 = 20\%$

Đáp số: $\eta = 20\%$

Bài 60.7: Tính hiệu suất lí tưởng của một động cơ nhiệt biết rằng nhiệt độ của luồng khí nóng khi vào tua bin của động cơ là 450^0C và khi ra khỏi tua bin là 55^0C.

Hướng dẫn giải

Hiệu suất lí tưởng của động cơ nhiệt:

$$H = \frac{T_1 - T_2}{T_1} = 1 - \frac{T_2}{T_1} = 1 - \frac{328}{723} \approx 0,546 = 54,6\%$$

Đáp số: 54,6%

Bài 60.8: Xác định hiệu suất của một động cơ nhiệt biết động cơ thực hiện công 600 J khi nhận được từ nguồn nóng nhiệt lượng là 1000 J. Nếu nguồn lạnh có nhiệt độ 20^0C thì nguồn nóng có nhiệt độ bao nhiêu?

Hướng dẫn giải

Hiệu suất của động cơ nhiệt: $\eta = \frac{A}{Q_1} = \frac{600}{1000} = 0,6 = 60\%$

Nhiệt độ của nguồn nóng: $\eta = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1} = \frac{T_1 - T_2}{T_1} = 1 - \frac{T_2}{T_1}$

Vậy : $T_1 = \frac{T_2}{1-\eta} = \frac{293}{1-0,6} = 732,5$ K

$t_1 = 459,5^0C$

Nhiệt độ của nguồn nóng là: $T_2 = 732,5K = 459,5^0C$

Đáp số: $T_2 = 459,5^0C$

MỤC LỤC

PHẦN I – CƠ HỌC

CHƯƠNG I – ĐỘNG HỌC CHẤT ĐIỂM

CHƯƠNG II – ĐỘNG LỰC HỌC CHẤT ĐIỂM

CHƯƠNG III – TĨNH HỌC VẬT RẮN

CHƯƠNG IV – CÁC ĐỊNH LUẬT BẢO TOÀN